Институт биологии УНЦ РАН

Уфимский научный центр
Российской академии наук

Институт экологии
Волжского бассейна РАН

БИН РАН

СБОРНИК СТАТЕЙ И ЛЕКЦИЙ IV ВСЕРОССИЙСКОЙ ШКОЛЫ-КОНФЕРЕНЦИИ «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОБОТАНИКИ» (1–7 ОКТЯБРЯ 2012 Г.)

УФА — 2012

УДК 581.5

Коллектив авторов

Сборник статей и лекций IV Всероссийской школы-конференции «Актуальные проблемы геоботаники» (1–7 октября 2012 г.). — Уфа: Издательский центр «МедиаПринт», 2012 — 620 с.

ISBN 978-5-9903354-3-1

Материалы данного сборника приводятся в авторской редакции

Научное электронное издание

Сборник статей и лекций

Подписано в тираж 10.09.2012 г. Тираж 500 экз. Заказ 08к/2012.
Издательский центр «МедиаПринт»
(ИП Гизетдинов И. Х.)
450075, г. Уфа, ул. Чудинова, д. 14.
Тел.: (347) 266-82-12, тел./факс: 284-28-61.

ISBN 978-5-9903354-3-1

© Коллектив авторов, 2012
© Институт биологии УНЦ РАН, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕКЦИИ

ФЛОРИСТИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ФЛОРИСТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ: ПРОБЛЕМА ВЗАИМОСВЯЗИ
А.Д. Булохов 12

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСТИТЕЛЬНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИТОИНДИКАЦИОННЫХ ШКАЛ
А.А. Зверев 25

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОЦЕНОК «ДОСТОВЕРНОСТИ» ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ
В.С. Ипатов 47

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКОЛОГО-ФЛОРИСТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СТРАТЕГИИ НЕИСТОЩИТЕЛЬНОГО РЕСУРСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)
Н.И. Федоров, С.Н. Жигунова, О.И. Михайленко 54

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ В ГЕОГРАФИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ
Т.К. Юрковская 67

ТЕХНОЛОГИЯ МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
В.Т. Ярмишко 105

РАЗНООБРАЗИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ

ТЕОРИЯ РАВНОВЕСИЯ ОСТРОВНОЙ БИОГЕОГРАФИИ: ПРОБЛЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЦЕЛЯХ СОХРАНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ
В.В. Акатов 122

ВИДОВОЙ ФОНД, ВИДОВОЕ БОГАТСТВО И ИНВАЗИБЕЛЬНОСТЬ ПРИРОДНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА
В.В. Акатов, Т.В. Акатова 128

ЦЕНОТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВЫСОКОГОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ХР. КРЫЖИНА (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)
Е.А. Басаргин 137

РЕДКИЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА
М.В. Бекмансуров, Г.А. Богданов 142

К КЛАССИФИКАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ГРУППИРОВОК НА СКАЛАХ В АЛЬПИЙСКОМ ПОЯСЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА
Е.А. Белоновская 145

СТРУКТУРА ЛЕСОПОЛОС ЗАКАЗНИКА «САРАТОВСКИЙ»
А.А. Беляченко, Л.А. Серова, Ю.А. Беляченко 149

ОПЫТ АНАЛИЗА ЛЕСНЫХ ЦЕНОФЛОР ПЕЧЕНОЧНИКОВ ЛАПЛАНДСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)
Е.А. Боровичев, Н.Е. Королева 152

РЕДКИЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА ВОЛЫНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ (УКРАИНА) И ИХ ОХРАНА
В.В. Дацюк 157

СИНТАКСОНОМИЯ ГАЛОФИТНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ УКРАИНЫ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
Т.П. Дзюба 161

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРУЕМОЙ ЭКОСЕТИ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА
Д.В. Дубына, П.М. Устименко 166

ОСОБЕННОСТИ КСЕРОФИТНЫХ СООБЩЕСТВ ЮГО-ЗАПАДНОГО СКЛОНА ГОРЫ БЕШТАУ
З.В. Дутова 173

ВЯЗОВНИКИ И ИЛЬМОВНИКИ — РЕДКИЕ ЛЕСНЫЕ СООБЩЕСТВА ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ
Е.Г. Ершова, Ю.Е. Алексеев, Е.Д. Дзама, П.Ю. Жмылев, Е.А. Карпухина, А.С. Теребова 178

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БРАУН-БЛАНКЕ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СТЕПЕНИ НАРУШЕННОСТИ ФИТОЦЕНОЗОВ ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ В ПРЕДГОРЬЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА
Ю.С. Загурная 183

ВЛИЯНИЕ ФРАГМЕНТАЦИИ НА СТЕПЕНЬ СИНАНТРОПИЗАЦИИ И АДВЕНТИВИЗАЦИИ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ ПРЕДГОРИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА
Ю.С. Загурная 192

О РАЗНООБРАЗИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БОЛОТ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ (РОССИЯ)
Д.В. Зацаринная, Е. М. Волкова 200

ОСОБЕННОСТИ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ НА ТЕРРИТОРИИ БАССЕЙНА РЕКИ ИНЗЫ
Е.Ю. Истомина 204

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ ГОРОДА ИЖЕВСКА
О.А. Капитонова 210

ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ФЕННОСКАНДИИ (ВКЛЮЧАЯ КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)
Н.Е. Королева 215

СИНТАКСОНОМИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ
В СИСТЕМЕ ВЫСОТНОЙ ПОЯСНОСТИ
(НА ПРИМЕРЕ ИКАТСКОГО ХРЕБТА, ЗАБАЙКАЛЬЕ)
Л.В. Кривобоков 221

КЛАССИФИКАЦИЯ ТРАВЯНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОЛЕСЬЯ И ЛЕСОСТЕПИ
УКРАИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
А.А. Куземко 227

РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА СЕВЕРНОЙ ОКОНЕЧНОСТИ ПОЛЯРНОГО УРАЛА
(Г. КОНСТАНТИНОВ КАМЕНЬ)
Е.Е. Кулюгина 234

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛИШАЙНИКОВЫХ СОСНЯКОВ СРЕДНЕЙ
И СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ
И.Б. Кучеров 238

ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРХИДНЫХ В СРЕДНЕЙ ТАЙГЕ
ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ (МЕЖДУРЕЧЬЕ ВАГИ И СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ)
Н.Б. Леонова, Д.А. Фокичев 248

СИНТАКСОНОМИЯ ЛУГОВЫХ СТЕПЕЙ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ
Н.И. Макунина 254

КЛАССИФИКАЦИЯ ВЫСОКОГОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ХРЕБТА ЧИХАЧЕВА
(ЮГО-ВОСТОЧНЫЙ АЛТАЙ)
В.А. Мамахатова 264

ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ
ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ МАЛОЙ РЕКИ
Е.В. Мойсейчик, О.В. Созинов 269

СМЕНА СИНТАКСОНОВ ПРИ ПАСТБИЩНОЙ ДИГРЕССИИ
В ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ РАЙОНАХ БАШКИРСКОГО ЗАУРАЛЬЯ
Р.Т. Муллагулов 274

НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К ВЫДЕЛЕНИЮ ВЫСОТНЫХ ПОЯСОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ
В ГОРАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ
Е.Г. Николин, Е.И. Троева 277

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ «GRAPHS» — АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ
НА ОСНОВЕ ОРДИНАЦИИ, КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА И ТЕОРИИ ГРАФОВ
А.Б. Новаковский 282

К ИЗУЧЕНИЮ И ОХРАНЕ ВОДНЫХ И ПРИБРЕЖНО —
ВОДНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ РАВНИННОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ
О.А. Остапенко 286

ХАЗМОФИТНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ
(КЛАСС *ASPLENIETEA TRICHOMANIS* OBERD. 1977) В УКРАИНЕ
Н.А. Пашкевич, Я.П. Дидух 288

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НЕБОЛЬШИХ ГОРНЫХ СТРАН (НА ПРИМЕРЕ ГОРНОГО КРЫМА)
Л.Э. Рыфф 294

СТРУКТУРА ЦЕНОФЛОРЫ ЕРНИКОВ КЛАССА LOISELEURIO-VACCINIETEA В АРКТИКЕ И БОРЕАЛЬНЫХ ВЫСОКОГОРЬЯХ
Н.В. Синельникова 300

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ВОРОНЕЖСКОГО ЗАПОВЕДНИКА С УЧЕТОМ ЛАНДШАФТНОЙ СТРУКТУРЫ ТЕРРИТОРИИ
Е.А. Стародубцева, Л.Г. Ханина, В.Э. Смирнов 308

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ МАЛЫХ ОЗЁР ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ
Б.Ю. Тетерюк 314

СИНТАКСОНОМИЧЕСКИЙ ОБЗОР ВОДНОЙ И ОКОЛОВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ
В.В. Чепинога 319

ВТОРИЧНАЯ ТРАВЯНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ В ОКРЕСТНОСТЯХ БИОСТАНЦИИ «ЧИСТЫЙ ЛЕС» (ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ, ТОРОПЕЦКИЙ РАЙОН)
О.В. Чередниченко 324

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИТОГИ СИНТАКСОНОМИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ СОЮЗА DICRANO-PINION
П.С. Широких, В.Б. Мартыненко 331

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ

ИЗУЧЕНИЕ КЛИМАТОГЕННОЙ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ
О.А. Аненхонов 337

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА НЕКОТОРЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ВИСИМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА
Н.В. Беляева, Е.Ю. Терентьева 341

ПОЧВОВЕДЕНИЕ ДЛЯ ГЕОБОТАНИКОВ:
КАК РАСКОПАТЬ ИСТОРИЮ БИОГЕОЦЕНОЗОВ
М.В. Бобровский 350

ГЕНЕЗИС И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ
Е.М. Волкова, Д.В. Зацаринная 357

СТРУКТУРА НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ВЫСОКОГОРНЫХ ПАСТБИЩ ВОСТОКА ЦИНХАЙ-ТИБЕТСКОГО НАГОРЬЯ
Т.Г. Елумеева, У Янь 365

ЗАКОНОМЕРНОСТИ МОЗАИЧНОЙ СТРУКТУРЫ ДРЕВОСТОЕВ ШИРОКОЛИСТВЕННО-КЕДРОВЫХ ЛЕСОВ ЮЖНОГО И СРЕДНЕГО СИХОТЭ-АЛИНЯ
А.А. Жмеренецкий 368

ВЛИЯНИЕ ДРЕВОСТОЯ НА РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НИЖНИХ ЯРУСОВ
В ЗАБОЛОЧЕННЫХ СОСНЯКАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
Е.Н. Журавлева 376

СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА И ХАРАКТЕР КРУПНЫХ ЕСТЕСТВЕННЫХ
НАРУШЕНИЙ В МАЛОНАРУШЕННЫХ ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТАХ
(ВОСТОК АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ — ЗАПАД РЕСПУБЛИКИ КОМИ)
А.Т. Загидуллина, О.В. Лисицына 382

ЭКОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПЕСЧАНЫХ ПЛЯЖЕЙ
И ДЮННЫХ ПЕСКОВ НА ПОБЕРЕЖЬЕ БАЙКАЛА
Л.Н. Касьянова 391

ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ СТРУКТУРА СЕВЕРНЫХ ДУБНЯКОВ
М.Г. Комиссарова 395

СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ БОЛОТ И ИХ ПРОДУКТИВНОСТЬ
Н.П. Косых 400

СТРУКТУРА ЛЕСНОГО ПОКРОВА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ
А.Ю. Кудрявцев 404

РЕКРЕАЦИОННАЯ ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА
ЛЕСНЫХ ЦЕНОЗОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НИЖНЯЯ КАМА»
В УСЛОВИЯХ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО РЕЖИМА ОХРАНЫ ТЕРРИТОРИИ
Ю.А. Лукьянова 409

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИТОЦЕНОЛОГИЯ
В КАЗАНСКОЙ ГЕОБОТАНИЧЕСКОЙ ШКОЛЕ
Е.Л. Любарский 417

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СТРУКТУРЫ ЭПИЛИТНЫХ
И ЭПИГЕЙНЫХ ЛИХЕНОСИНУЗИЙ ЮЖНОГО УРАЛА И ПРЕДУРАЛЬЯ
С.Н. Плюснин 422

МНОГОМЕРНЫЙ АНАЛИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ
Ю.Г. Пузаченко 425

СИНТАКСОНОМИЯ, ГЕОБОТАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРОДУКТИВНОСТЬ
ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ Р. ДНЕПР НА ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ
Л.М. Сапегин, Н.М. Дайнеко, С.Ф. Тимофеев 431

ПРОБЛЕМЫ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ
К.С. Сейц 435

КОРЕННЫЕ ЛЕСА ВИСИМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА
Р.З. Сибгатуллин 440

ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА
НА СПЛОШНЫХ ВЫРУБКАХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ
О.В. Сидорова 447

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ЛЕСНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ НА ПРИМЕРЕ УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
С.В. Тетюхин 452

УЧАСТИЕ МЕЛКОЛИСТВЕННЫХ ПОРОД В ЗАРАСТАНИИ СУХОДОЛЬНЫХ ЛУГОВ
М.Ю. Тиходеева, В.Х. Лебедева 458

РОСТ, РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ИЗ БАШКОРТОСТАНА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА
А.Н. Тишечкин 467

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ РАСКРЫВАНИЯ ШИШЕК СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ УРО РАН Г. ЕКАТЕРИНБУРГА
А.Н. Тишечкин 472

ВОЗДЕЛЫВАЕМЫЕ КУЛЬТУРЫ, СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И ЗАСОРЕННОСТЬ ПОЛЕЙ И ПОЧВ ВЯТСКО-КАМСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ (ВКП)
В.В. Туганаев, Л.Р. Леконцева 475

РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИХ ГРУПП ВИДОВ РАСТЕНИЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ, КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА И МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА
Л.Г. Ханина, В.Э. Смирнов, М.В. Бобровский, Е.М. Глухова 480

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ МАЛОНАРУШЕННЫХ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ
А.И. Широков, В.В. Сырова 488

ЭКОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОРДИНАЦИЯ СЕГЕТАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР КРЫМА (УКРАИНА)
Н.А. Багрикова 493

ЗОНАЛЬНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НА ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ И КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА
А.В. Бецыв, Н.И. Васильченко 500

МИНЕРАЛЬНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА С РАЗНОЙ ДАВНОСТЬЮ ПОЖАРА
И.В. Дроздова, Н.В Алексеева-Попова, И.Б. Калимова, А.И. Беляева 506

СТЕРЕОТИП ИЗМЕНЕНИЙ ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИХ ДИАПАЗОНОВ ВИДОВ В ЛАНДШАФТАХ СЕВЕРНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ, ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И ВАЛДАЯ
Т.И. Житлухина 509

УДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ ВОДНЫХ, ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫХ И СУХОПУТНЫХ РАСТЕНИЙ
К.А. Корляков 518

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СТЕПНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЭКОТОНА «ЛЕСОСТЕПЬ-СТЕПЬ» УКРАИНЫ
Ю.И. Малая 523

ПРОГНОЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ КЛИМААРЕАЛОВ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ХВОЙНЫХ ПОРОД СРЕДНЕЙ СИБИРИ
Е.И. Парфенова, Н.М. Чебакова 529

ОСОБЕННОСТИ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ С УЧАСТИЕМ АЛЬПИЙЦЕВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ (ЮЖНАЯ СИБИРЬ)
М.А. Полякова, А.В. Ларионов 534

ФИТОИНДИКАЦИОННЫЙ ИНДЕКС «СРЕДНЕЕ ПЕРЕКРЫВАНИЕ МИНУС РАССТОЯНИЕ»
С.В. Пушкарёв 539

КУСТАРНИКОВЫЕ СООБЩЕСТВА КЛАССА LONICERO-RUBETEA PLICATI HAVEMAN ET AL. IN STORTELDER ET AL. 1999 В УКРАИНЕ
Т.В. Фицайло 542

РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА АРКТИЧЕСКИХ ТУНДР В МНОГОМЕРНОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ
С.С. Холод 546

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КОРРЕКЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ШКАЛ В СИСТЕМЕ Д.Н. ЦЫГАНОВА ДЛЯ ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА
П.С. Широких, А.А. Зверев 551

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО СПОСОБА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРОФНОСТИ ПОЧВ В БОТАНИЧЕСКИХ, ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИРОДНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ БЕЛАРУСИ
Б.И. Якушев, Ж.М. Анисова, М.М. Сак, Р.М. Голушко 557

ГЕОГРАФИЯ И КАРТОГРАФИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННОГО БОТАНИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
Е.В. Булдакова 564

МЕТОДИКА ДЕШИФРИРОВАНИЯ СТАДИЙ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКАХ LANDSAT
И.В. Данилова, В.А. Рыжкова 571

ОСНОВНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И СОЧЕТАНИЯ В ЛЕСОТУНДРЕ В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ р. ТЕРИБЕРКА (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)
Н.Е. Королева, А.Р. Лошкарева 576

ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ НА ОСНОВЕ ГИС
В.А. Рыжкова, И.В. Данилова, А.А.Онучин 585

ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ И ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ВНУТРИПОПУЛЯЦИОННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ *DELPHINIUM CRISPULUM* RUPR. ПО СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ НА ГУНИБСКОМ ПЛАТО
Д.М. Анатов 593

ПОПУЛЯЦИИ ПАПОРОТНИКОВ РОДА *BOTRYCHIUM* В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ»
Н.А. Виляева 598

МОНИТОРИНГ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ В ЗАПОВЕДНИКЕ «БАСТАК»
В.В. Грибков 601

СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЛУГОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ
И.А. Панченкова 605

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ШКАЛ Д.Н. ЦЫГАНОВА ДЛЯ ОЦЕНКИ МЕСТООБИТАНИЙ ARCTOSTAPHYLOS UVA-URSI (L.) SPRENG
М.А. Полянская 607

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH) И БЕРЕЗЫ ПУШИСТОЙ (*BETULA PUBESCENS* EHRH.) НА РАННИХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА
В.Б. Придача, Т.А. Сазонова 610

БИОЛОГИЧЕСКИЙ СПЕКТР ФЛОРЫ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ Г. ДУБНА
А.С. Теребова 616

ЩИТОВНИК МУЖСКОЙ (*DRYOPTERIS FILIX-MAS* (L.) SCHOTT) — НОВЫЙ РЕЛИКТОВЫЙ ВИД ВО ФЛОРЕ АНГАРСКОГО КРЯЖА
О.А. Чернышева 619

ЛЕКЦИИ

УДК 581.526.425/581.526. 426:34 (581.9)

ФЛОРИСТИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ФЛОРИСТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ: ПРОБЛЕМА ВЗАИМОСВЯЗИ

© 2012 А.Д. Булохов

Брянский госуниверситет имени академика И.Г. Петровского.

Проанализированы возможности использования флористического районирования для целей синтаксономии. Проведен анализ изменения флористического состава лесных сообществ восточноевропейских широколиственных и сосновых лесов в Средневропейском флористическом регионе на градиенте континентальности Запад – Восток. Различие в видовом составе соседних флористических провинций соответствует смене сообществ в них уровня ассоциация – союз.

Ключевые слова: *флористическая провинция, синтаксономия, Среденевропейский флористический регион, Южное Нечерноземье России.*

ВВЕДЕНИЕ

В современной экологии большое внимание уделяется изучению глобальных географических закономерностей изменения экосистем, растительности и флоры [21,24,25,26]. Тем не менее, очевидные со времен А. Гумбольдта и А. Гризебаха “макроскопические” закономерности изменения флоры и растительности используются в эколого-флористической классификации (синтаксономии) крайне недостаточно. Как итог, наметилось определенное несоответствие между информацией по ботанической географии (ботанико-географическому и флористическому районированию) и синтаксономией.

Цель статьи – проанализировать возможности использования флористического районирования для целей флористической классификации на примере синтаксономии широколиственных и хвойных лесов Восточной Европы с использованием “принципа синтаксономической коррекции” [13.14].

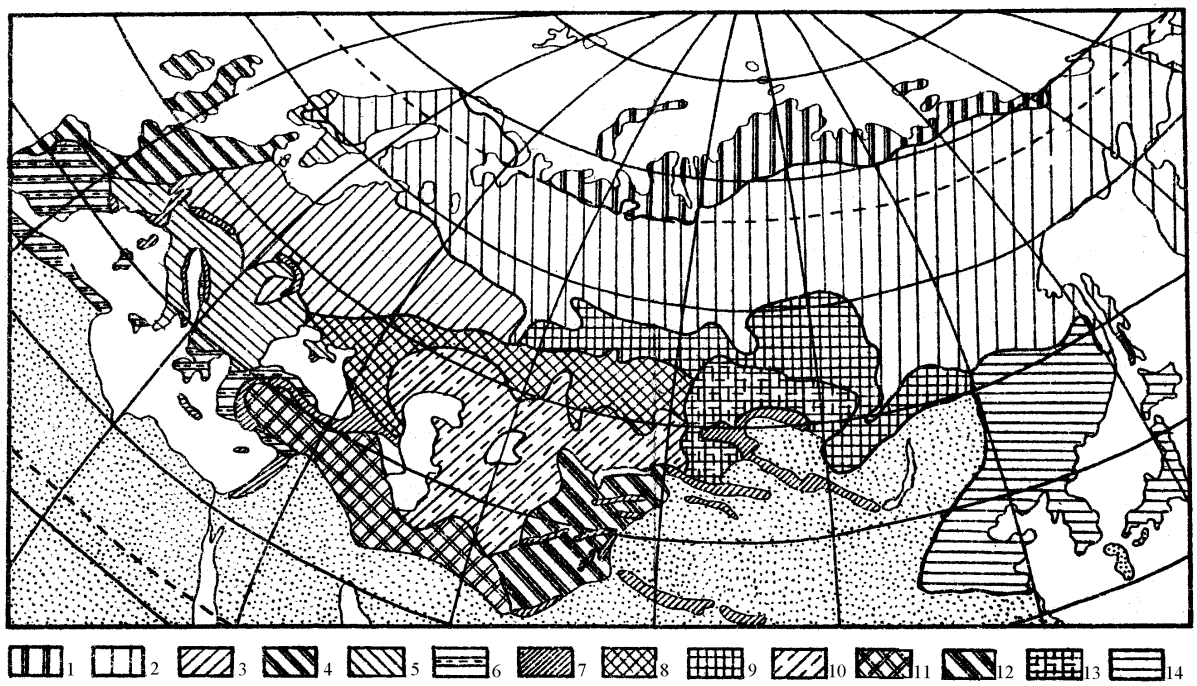
ФЛОРИСТИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ

Ботанико-географы дают четкую систему соподчиненных фитохорионов разного ранга, обусловленную широтной зональностью и меридиональной изменчивостью вследствие нарастания континентальности [18,19,20,28,35]. Следует отметить, что впервые флористическое районирование ЕВРОСИБИРИ (рис. 1) было проведено Ю.Д. Клеоповым [11]. Но по каким-то причинам составленная им карта флористического районирования исчезла из его докторской диссертации, и долгое время оставалась неизвестной читателям, но потом была опубликована в Германии. Установленные H. Meusel et al. [28] флористические провинции незначительно отличаются от флористических регионов Ю.Д. Клеопова.

На рис.2 приведена карта флористического районирования западной части Евразии на которой казаны границы флористических областей, регионов и провинций. Зона широколиственных лесов Восточной Европы по флористическому районированию А.Л. Тахтаджяна [18] входит в состав Восточноевропейской флористической провинции Циркумбореальной области Голарктического флористического царства. А. Л. Тахтаджян в состав этой провинции объединяет провинции Браун-Бланке [20] – Центральнорусскую и бóльшую часть Сарматской. К сожалению, системы фитохорионов разработанные H. Meusel et al.[29], J. Braun-Blanquet [20] и А. Л. Тахтаджяном [18] различаются по объему провинций и округов. В итоге получается довольно сложная и запутанная схема фитохорионов для Восточной Европы.

Булохов Алексей Данилович д.б.н., проф., зав. каф. ботаники, E-mail kafbot2002@mail.ru

КАРТА ФЛОРИСТИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ЕВРОСИБИРИ (Ю.Д. Клеопов, 1941, in manusscript)



Регионы: 1 - Арктический; 2 - Бореальный; 3 - Среднеевропейский (в широком смысле); 4 - Атлантический; 5 - Субсредиземноморский; 6 - Средиземноморский; 7 - Эвксинский; 8 - Понтический; 9 - Южносибирский; 10 - Туранский; 11 - Иранский; 12 - Центральносибирский; 13 - Североманголь ский; 14 - Восточноазиатский (включающий высокогорные хребты).

Рис. 1. Регионы флористического районирования Евро-сибирской области.

H. Meusel et al.[28] J. Braun-Blanquet [20] выделяют **Среднеевропейский флористический регион** (Mitteleuropäische Region) в составе которого 4 провинции: Атлантическая, Субатлантическая, Центральноевропейская и Сарматская (основная часть Восточноевропейской по А. Л. Тахтаджяну).

Отечественные синтаксономисты при построении классификации не всегда учитывают флористическое и комплексное ботанико-географическое районирование территории, на которой работают. Это приводит к тому, что многие синтаксоны, установленные в Центральноевропейской и даже в Субатлантической флористических провинциях, автоматически переносятся в Восточноевропейскую (Сарматскую) и Понтическую провинцию. Если в отношении зоанально-азональных сообществ (водных, болотных) это допустимо, то в отношении зональных плакорных сообществ как лесных, так и степных, в которых вдоль градиента континентальности происходит значительное изменение флористического состава, включая смену доминантов.

Многие лесные ассоциации, не имеющие не только основных доминантов-ценообразователей, но и свиты сопутствующих им видов, из Центральноевропейской провинции указаны и для Восточноевропейской провинции. Даже на уровне обыденного сознания трудно себе представить липово-грабовый лес без граба обыкновенного, или скальнодубовый лес без дуба скального. Аналогичная ситуация и с другими сообществами зональных и зонально-азональных лесов. Достаточно сравнить сообщества ***Cladonio-Pinetum*** из Центральноевропейской, Североевропейской и Восточноевропейской флористических провинций. Такой подход характерен и при классификации зональной степной растительности. Нередко степные сообщества из Понтической провинции относят к порядку ***Brometalia erecti*** Br.-Bl. 1936, который представляет ксеротермные субсредиземноморские сообщества.

Казалось бы, что эколого-флористическая классификация должна учитывать как флористическое, так и комплексное ботанико-географическое районирование территории и через состав диагностических комбинаций высших единиц отражать закономерности изменения флоры. Однако, этот принцип почти не реализуется.

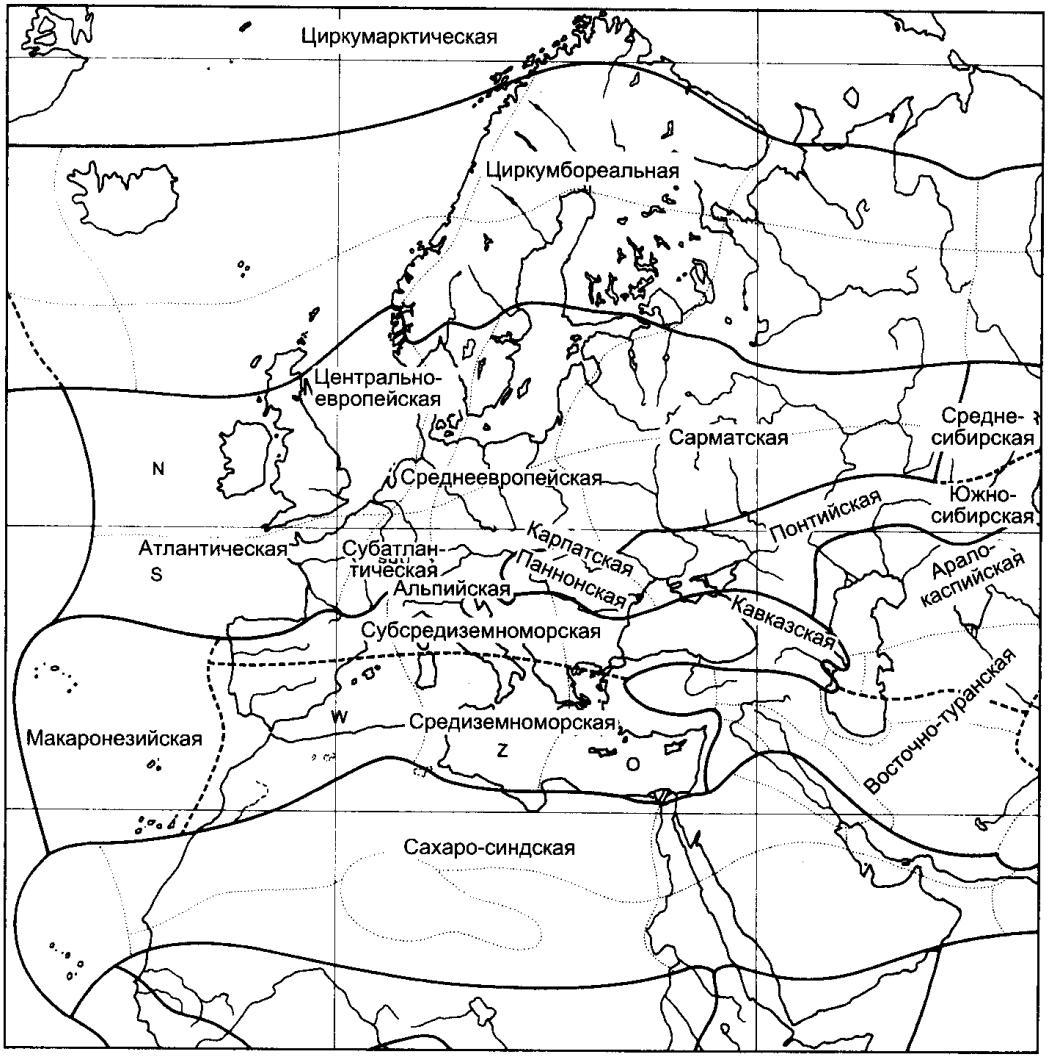


Рис.2. Флористические области западной части Евразии и Северной Африки в пределах Голарктического царства Северного полушария (по Meusel et al.1965): _____ границы областей и регионов; Регионы: циркумарктический, циркумореальный, среднеевропейский. …… границы провинций. **Среднеевропейский регион**: провинции: Атлантическая; Субатлантическая; Центральноевропейская; Сарматская. **Понтический регион**. Провинции: Паннонская; Понтическая; Южносибирская.

H. Meusel et al.[28] J. Braun-Blanquet [20] выделяют **Среднеевропейский флористический регион** (Mitteleuropäische Region) в составе которого 4 провинции: Атлантическая, Субатлантическая, Центральноевропейская и Сарматская (основная часть Восточноевропейской по А. Л. Тахтаджяну).

Рассмотрим более детально флористические особенности этого региона. Граница распространения ценофлоры Центральноевропейской провинции на восток проходит не далее Беловежской пущи и предгорий Карпат. Лишь отдельные её элементы доходят до Валдайской возвышенности и даже заходят за Урал. Восточная граница Центральноевропейской провинции соответствует границе ареалов таких древесных растений как *Abies alba, Fagus sylvatica, Acer pseudoplatanus, Carpinus betulus, Quercus petraea, Q. pubescens, Taxus boccata, Tilia platyphyllos.* Эти виды формируют западноевропейские широколиственные леса довольно богатые дендрофлорой в данном фитохорионе. Виды дендрофлоры являются характерными (диагностическими) для большинства союзов и ассоциаций. Большая диагностическая роль отводится кустарникам: *Cerasus avium, Cornus mas, Lonicera nigra, Chamaecytisus supinus, Genista pilosa, Sorbus aria, S. torminalis, Viburnum lantana* и др. В составе диагностических комбинаций синтаксонов разного ранга обычны и многие лесные травянистые растения из этой провинции: *Aconitum*

variegatum, Aposeris foetida, Carex michelii, Clematis vitalba, Corydalis pumila, Dactylis polygama, Dictamus albus, Festuca heterophylla, Erythronium denscanis, Hedera helix, Hordelymus europaeus, Isopyrum thaliectroides, Lysimachia nemorum, Melica picta, Melittis melissophyllum, Geranium phaeum, Salvia glutinosa, Polygonatum verticillatum, Prenanthes purpurea, Symphytum tuberosum, Viola reichenbachiana, Vinca minor и др.

Сарматская провинция занимает восточную часть Среднеевропейского региона до Урала. Характерные виды Центральноевропейской провинции в ней отсутствуют. В целом, северная, восточная и юго-восточная граница Сарматской провинции соответствует распространению *Quercus robur, Acer platanoides, Fraxinus excelsior, Corylus avellana, Euonymus verrucosa, Asarum europaeum, Carex montana, Lathyrus sylvestris, Astragalus arenarius, Campanula persicifolia, Vicia cassubica* и др. В эту провинцию отдельными участками проникает *Carpinus betulus* (Брянская область, Новозыбковский район – северо-восточная граница его ареала).

В Сарматской провинции, в отличие от Центральноевропейской, основными ценообразователями являются *Quercus robur, Tilia cordata, Picea abies, Pinus sylvestris, Alnus glutinosa.* В формировании древесного яруса участие принимают также *Acer platanoides, Fraxinus excelsior, Ulmus glabra, U. laevis.* Изредка встречаются *Acer campestre, Ulmus carpinifolia,* у которых в этой провинции проходят северо-восточные границы ареалов.

Более адаптированными к произрастанию в обеих провинциях оказались травянистые растения широколиственных лесов. Это характерные виды класса ***Querco – Fagetea*** Br.-Bl. et Vlieger 1937: *Allium ursinum, Anemonoides nemorosa, A. ranunculoides, Asarum europaeum, Actaea spicata, Brachypodium sylvaticum, B. pinnatum, Campanula latifolia, C. trachelium, Carex pilosa, C. sylvatica, Corydalis cava, Dentaria bulbifera, Galium odoratum, G. intrmedium, Galeobdolon luteum, Lathyrus vernus, Mercurialis perennis, Milium effusum, Paris quadrifolia, Polygonatum multiflorum, Pulmonaria obscura, Stellaria holostea, Stachys sylvatica, Viola mirabilis* и многие другие виды неморального геоэлемента.

Большое значение для синтаксономии, имеет и комплексное ботанико-географическое районирование европейской части России, схема которого дана в коллективной монографии "Растительность европейской части СССР", 1980. Это районирование проведено с учетом фитоценотических и флористических признаков. В пределах Восточноевропейской провинции широколиственных лесов четко показана их широтная дифференциация. В северной части (полоса I порядка или подзона) на плакорах господствуют дубовые, липово-дубовые и липовые леса (*Quercus robur, Tilia cordata*) с примесью *Picea abies* и комплексом видов бореального геоэлемента. В южной части (полоса II порядка, подзона) распространены широколиственные леса без *P. abies*, более богатые по дендрофлоре. Кустарниковый и травяной покров в них сформирован видами только неморального геоэлемента. Фактически, каждая подзона представляет собой сообщества синтаксонов в ранге порядка.

ДИСКУССИОННЫЕ ВОПРОСЫ СИНТАКСОНОМИИ ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ И СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ

Как уже отмечалось, синтаксономисты не используют материалы различных видов районирования при установлении синтаксонов. Хорошей иллюстрацией этому служит ассоциация ***Tilio – Carpinetum*** Traczyk 1962 (союз ***Capinion betuli*** Issler 1931), установленная для территории Германии, Чехословакии и Польши, т.е. для территорий расположенных в Центральноевропейской провинции, в которой характерным и доминирующим видом является *Carpinus betulus*. В ранних работах [3,9,10], эти леса были отнесены к союзу ***Carpinion betuli***. При этом авторы вынуждены были делать множество оговорок, объясняя флористические отличия своих сообществ от типичных сообществ союза ***Carpinion betuli***. К ассоциации ***Tilio – Carpinetum*** отнесены некоторые лесные сообщества Подмосковья [10] и сообщества широколиственных лесов Южного Нечерноземья на территории госзаповедника

“Брянский лес” [15]. В пределах Восточноевропейской провинции *Carpinus betulus* встречается локально на территории Юго-Западного Нечерноземья России (западная часть Брянской области), где проходит северо-восточная граница его ареала. Эти сообщества были описаны как ассоциация ***Galeobdolo – Carpinetum betuli*** [5].

В табл. 1 приведены дифференцирующие виды ассоциаций союза ***Carpinion betuli*** из различных регионов Европы. Дифференцирующие виды ассоциаций установлены при сравнительном анализе их ценофлор.

Таблица 1. (фрагмент). Дифференциация ассоциаций союза ***Carpinion betuli*** Issler 1931***:*** ***Stellario – Carpinetum*** Oberd. 1957 (1-Германия); ***Galio – Carpinetum*** Oberd. 1992 (2 – Германия); ***Tilio – Carpinetum*** Traczyk 1962 (3– Польша), ***Tilio – Carpinetum*** (4– Южное Нечерноземье россии,Брянская область)***; Galeobdolo – Carpinetum*** Bulokhov et Solomesch 1991 (5 - Брянская область)***Tilio – Carpinetum geranietosum*** (6 - Подмосковье).

Ассоциации	**1**	**2**	**3**	4	**GbC***Б*	**TCG** *M*
Число описаний	46	38	371	88	52	-
Дифференцирующие виды ассоциаций союза ***Carpinion betuli*** из Центральноевропейской флористической провинции						
Carpinus betulus	**V^{+-4}**	**V^{+-4}**	**IV-V^{1-4}**		$V^{+-4}L$*	
Fagus sylvatica	**IV^{+-3}**	**III^{+-1}**	**I-V^{+-1}**			
Quercus petraea	**II^{+-4}**	**III^{+-4}**	**I-IV^{+-3}**			
Acer pseudoplatanus	**II^{+-3}**	**I^{+-2}**	**I-IV^{+-1}**			
Dactylis polygama	**III**	**IV**	**I-IV**			
Festuca heterophylla	**I**	**IV**	**I-II**			
Cerasus avium	**I**	**I**	**I-IV**			
Melittis melissophyllum	**I *L***	**I**	**I-II *L***			
Viola reichenbachiana	**IV**	**IV**	**II-V**			
Hedera helix	**III**	**III**				
Potentilla sterilis	**III**	**II**				
Rosa arvensis	**II**	**III**				
Phyteuma spicata	**II**	**II**				
Crataegus laevigata	**III**	**III**				
Galium sylvaticum	**I**	**V**				
Viburnum lantana	**I**	**I**				
Carex montana	**.**	**III**				
Crataegus monogina		**III**				
Sorbus torminalis		**II**				
Abies alba			**I-IV**			
Euphorbia amygdaloides			**I-V**			
Isopyrum thaliectroides			**I-III**			
Salvia glutinosa			**II-III**			
Основные дифференцирующие виды ассоциаций из Центральноевропейской и Восточноевропейской (Сарматской) флористических провинций						
Polygonatum multiflorum				**I-V^{+-1}**	**III-V^{+-1}**	
Mercurialis perennis				**III-V^{1-2}**	**II-V^{1-3}**	**III^{+}**
Lathyrus vernus				**IV-V^{+-1}**	**III-IV^{+-1}**	**V^{+}**
Milium effusum				**I-IV^{+}**	**III-V^{+}**	**III^{+}**
Rubus saxatilis				**IV-V^{1}**	**II-V^{+-1}**	**V^{1}**
Asarum europaeum				**III-V^{+-2}**	**III-V^{+-2}**	**V^{1}**
Ulmus glabra				**I-III^{+}**	**I-V^{+}**	
Euonymus verrucosa				**II-V^{+}**	**II-III^{+-1}**	
Picea abies			I	**I-V^{+-2} *L***	**II-III^{+}**	**I**

Carex pilosa			I-III	**I-V$^{1-3}$**	**IV-V^{+-3}**	**V^{3}**
Основные общие виды ассоциаций из Центральноевропейской и Восточноевропейской (Сарматской) флористических провинций						
Quercus robur	V^{+-4}	III^{+-4}	II-V	II-V^{+-3}	II-V^{+-2}	IV^{2}
Tilia cordata	I	II^{+-3}	II-V	II-V$^{1-3}$	II-V$^{1-4}$	III^{+}
Corylus avellana	III	III	I-III	III-V^{+-1}	III-V$^{1-5}$	V^{2}
Galeobdolon luteum	IV	III	IV-V	III-V	V$^{1-3}$	V^{2}
Stellaria holostea	IV	III	IV-V	V$^{2-3}$	IV-V^{+-1}	V^{2}
Convallaria majalis	I	IV	III	V$^{1-2}$	II-V^{+}	V^{1}
Melica nutans	I	II	I-III	II-V^{1-+}	II^{+}	IV^{+}
Euonymus europaea	II	I	I-V	I *L*		
Galium odoratum	II	II	II-IV	II-IV^{1} *L*	III-V^{+-2}	
Brachypodium sylvaticum	III	III				III^{+}
Acer platanoides			II	I-V$^{1-3}$	III-V^{+-3}	III^{1}
Aegopodium podagraria			II-V	V$^{1-3}$	V$^{2-3}$	V^{2}
Maianthemum bifolium			V	IV-V^{+}	I-V^{+}	V^{+}
Pulmonaria obscura			II-IV	I-V^{+-1}	I-III^{+}	V^{1}
Dryopteris filix-mas			II-V	I-III *L*	II-V^{+}	IV^{+}
Calamagrostis arundinacea			I-IV	I-V^{+-1}		IV^{+}
Melampyrum nemorosum			I-II	I-II *L*		III
Geranium sylvaticum				I-II*L*		V^{+}

Примечание: **L* - вид распространен локально. Римские цифры (I-V) показывают класс постоянства: I – 1-20 %; II – 21-40 %; III – 41-60 %; IV – 61-80 %, V – 81-100 %; цифры в виде степени – обилие-покрытие по шкале Браун-Бланке.

Как видно из табл. 1, сообщества Южного Нечерноземья и Подмосковья, относимые к ассоциации ***Tilio – Carpinetum,*** не имеют в составе фитоценозов основных ценообразующих видов западноевропейских лесов, таких как *Carpinus betulus, Fagus sylvatica, Quercus petraea, Acer pseudoplatanus* и свиту сопутствующих им кустарников и травянистых растений из Центральноевропейской провинции. Это не позволяет относить их к данной ассоциации и союзу ***Carpinion betuli***, хотя *Carpinus betulus* и встречается локально в западной части Южного Нечерноземья. По дендрофлоре, составу кустарникового и травяно-кустарничкового ярусов сообщества Южного Нечерноземья и Подмосковья их следует отнести не только к другой ассоциации, но и к другому союзу. Флористически они более близки к сообществам союза ***Querco roboris – Tilion cordatae*** Solomeshch et Laivins 1993, объединяющему восточноевропейские широколиственные Русской равнины и Прибалтики. Древостой этих лесов формируют *Quercus robur* и *Tilia cordata,* с примесью *Picea abies* в полосе примыкающей к широколиственно-еловым лесам. По комплексному ботанико-географическому районированию – это широколиственные леса с елью в подзоне широколиственных лесов с елью.

Аналогичная ситуация и с асс. ***Potentillo albae – Quercetum*** Libb. 1933 ***(Potentillo albae – Quercetum petraeae*** Libb. 1933 в системе Oberdorfer [30,31], которая выходила в состав союза ***Quercion pubescenti – petraeae*** Br.-Bl. 1932. Позднее эту ассоциацию стали включать в отдельный центральноевропейский союз ***Quercion petraeae*** Zólyomi et Jakucs ex Jakucs 1960, а затем в союз ***Potentillo albae – Quercion petraeae*** (Zólyomi et Jakucs 1957) Jakucs 1967. Эта ассоциация описана в Южном Нечерноземье России в заповеднике «Брянский лес» [15] 1999). Ранее в этом регионе А.Д. Булоховым [3] была описана асс. ***Potentillo albae – Quercetum roboris***. Оба автора относили эти ассоциации к союзу ***Quercion pubescenti – petraeae***. Рассмотрим положение сообществ этих ассоциаций в союзе ***Quercion pubescenti – petraeae***.

Таблица 2. (фрагмент). Дифференциация сообществ асс. ***Potentillo albae – Quercetum petraeae*** Libb. 1933 и ***Potentillo albae – Quercetum roboris Bulokhov 2003***

Ассоциация	***Pot. albae – Quercetum petraeae***		***Pot. albae – Qercetum roboris***
		Южное Нечерноземье России	
Регион	Германия	«Брянский лес»	ЮВ Брянской обл.
Число описаний	245	50	25
Виды, дифференцирующие сообщества Германии			
Quercus petraea	V^{1-5}		
Q. pubescens	I		
Fagus sylvatica	III^{+-2}		
Acer monspessulanum	I^{+-2}		
Sorbus torminalis	III^{+-3}		
Crataegus monogina	III^{+}		
C. laevigata	III^{+}		
Prunus spinosa	IV^{+}		
Carex flacca	III^{+-1}		
Ligustrum vulgare	III^{+}		
Primula veris ssp. *canescens*	III^{+}		
Dictamnus albus	II		
Bupleurum falcatum	II		
Melica picta	I		
Helleborus foetidus	I		
Peucedanum officinalis	I		
Виды, дифференцирующие сообщества Южного Нечерноземья России			
Primula veris ssp. *veris*		IV	V
Frangula alnus		IV	V
Lathyrus vernus		IV	II-V
Euonymus verrucosa		IV	II-V
Corylus avellana		V	I-IV
Geum urbanum		V	I-IV
Lilium martagon		IV	I-III
Potentilla erecta		III	I-III
Hieracium umbellatum		V	III
Calamagrostis arundinacea		V	III
Pteridium aquilinum		II	III
Clinopodium vulgare		V	II-III
Festuca gigantea		III	II-III
Aegopodium podagraria		III	III
Agrimonia eupatoria		V	III
Geranium sylvaticum		V	II-III
Digitalis grandiflora		II	II-III
Stellaria holostea		I	I-III
Pulmonaria obscura		I	II
Viola mirabilis		I	I-III
Maianthemum bifolium		V	II-III
Trientalis europaeum		V	II
Pinus sylvestris		V^{+-4}	I
Acer platanoides		V^{+-3}	II
Tilia cordata		IV^{+-3}	II
Picea abies		II^{+}	II
Laserpitium latifolium			V
Polygonatum odoratum			V
Orthilia secunda			IV
Thalictrum aquilegifolium			IV
Epipactis helleborine			IV
Peucedanum oreoselinum			IV
Vaccinium myrtillus			II
V. vitis-idaea			II
Cruciata glabra			II
Общие виды			
Quercus robur	III^{1-3}	V^{1-4}	V^{5}
Convallaria majalis	IV	V	V

Potentilla alba	II	IV	V
Lathyrus niger	III	III	V
Brachypodium sylvaticum	I	III	V
Carex montana	V	IV	II-III
Vincetoxicum hirundinaria	IV	III	I-II
Viola hirta	IV	III	I-II
Melica nutans	III	V	II-IV
Trifolium alpestre	III	IV	II-III
Stachys officinalis	III	V	III
Serratula tinctoria	III	V	III
Campanula persicifolia	III	III	I-II
Ranunculus polyanthemos	I	III	II
Filipendula vulgaris	I	I	II
Anthericum ramosum	IV		I
Pyrethrum corymbosum	IV		I
Trifolium medium	II		I-II
Pulmonaria angustifolia	I		II

Примечание: ***Potentillo albae – Quercetum petraeae*** (Германия – Oberdorfer, 1992; «Брянский лес» - Морозова, 1999). ***Potentillo albae – Quercetum rodoris*** (ЮВ Брянской области – Булохов, 1991)

В табл. 2 показаны дифференцирующие и общие виды для сообществ ассоциаций в центральноевропейских и восточноевропейских лесах. Различия их достаточно четкие, о чем свидетельствуют группы дифференцирующих видов. Нет ни каких оснований включать сообщества Южного Нечерноземья в состав союза ***Quercion pubescenti – petraeae.*** Нельзя их отнести и к центральноевропейской ассоциации ***Potentillo albae – Quercetum petraeae.*** Целесообразнее всего выделить их в новую ассоциацию.

Аналогичная ситуация ассоциацией ***Cladonio-Pinetum sylvestris*** Juraszek 1927.

Ассоциация объединяет мохово-лишайниковые сосняки на бедных, сухих песчаных почвах. Они отличаются доминирование кустистых лишайников рода *Cladonia* а напочвенном покрове и относительно бедным флористическим составом высших сосудистых растений. Сообщества ассоциации ***Cladonio-Pinetum sylvestris*** широко распространены в бореальной зоне северо-западной Европы. Они были описаны в Польше [27,34,22], Литве [2], Финляндии [32,33], Германии [31, в юго-восточной Норвегии [23]. Сообщества лишайниковых сосняков описаны также на Кольском полуострове в Североевропейской флористической провинции [16].

Анализ ценофлор ассоциации из разных флористических провинций показывает, что сообщества ***Cladonio-Pinetum sylvestris*** четко различаются по группам дифференцирующих видов (табл. 3). Так, дифференцирующими видами в Центральноевропейской провинции являются: *Agrostis vinealis, Scorzonera humilis, Arnica montana, Corynephorus canescens, Gypsophila fastigetata.* Сообщества Восточноевропейской провинции дифференцируют: *Chamaecytisus ruthenicus, Agrostis tenuis, Astragalus, arenarius, Helichrysum arenarium, Cladonia verticillata.* Сообщества Североевропейской провинции отличаются группой дифференциальных видов: *Empetrum hermaphroditum, Vaccinium uliginosum, Avenella flexuosa, Dicranum congestum, Cladonia uncialis, Cladonia deformis, Betula pubescens.*

Таблица 3 (фрагмент). Дифференциация сообществ ассоциации *Cladonio-Pinetum*

Флористические провинции	ЦЕ*	ВЕ	СЕ	КОП		
Регионы	ЛИТ	ПОЛ	ЮНЧ	КОП		
Синтаксоны	1	2	3	4	5	6
Количество описаний	76	30	14	20	10	10
Дифференцирующие виды Центральноевропейской провинции						
Agrostis vinealis	**V**	.	.	.	.	.
Scorzonera humilis	**V**	.	.	.	.	.
Arnica montana	**IV**	.	.	.	.	.

Corynephorus canescens	**IV**	.	.	.	.	+
Gypsophila fastigetata	**IV**	.	.	.	.	.
Ptilium crista-castrensis	**IV**	.	.	.	.	.
Luzula pilosa	**IV**	I	.	.	.	.
Monotropa hypopitys	**III**	.	.	.	.	.
Диффернцирующие виды Восточноевропейской						
Chamaecytisus ruthenicus	.	.	**V**	.	.	.
Agrostis cpillaris	.	.	**IV**			
Astragalus arenarius	+	.	**III**			
Helichrysum arenarium	.	.	**III**			
Cladonia verticillata	.	.	**III**			
Cladonia baccillaris	.	.	**III**			
Cetraria islandica	I	.	**III**			
Dianthus borbasii	.	.	**II**			
Общие виды для Центральноевропейской и Восточноевропейской провинций						
Festuca ovina	I	**V**	**V**	.	.	.
Cladonia tenuis	.	**III**	**V**	.	.	.
Cladonia degerens	.	**III**	**III**	.	.	.
Quercus robur куст. форма	.	**II**	**III**	.	.	.
Cladonia arbuscula	**IV**	**V**	**V**	.	.	.
Cladonia furcata	**V**	**III**	**V**	.	.	.
Carex ericetorum	**V**	**III**	**V**	.	.	.
Dicranum polysetum	**IV**	**V**	**IV**	.	.	.
Hieracium pilosella	**II**	**II**	**IV**	.	.	.
Calamagrostis epigejos	**III**	**II**	**III**	.	.	.
Thymus serpyllum	**III**	**II**	**IV**	.	.	.
Rumex acetosella	**III**	**III**	**I**	.	.	.
Koeleria glauca	**IV**	.	**V**	.	.	.
Cladonia alpestris	**V**	.	**III**	.	.	.
Диффернцирующие виды Североевропейской провинции						
Empetrum hermaphroditum	.	.	.	**V**	**V**	**V**
Vaccinium uliginosum	.	.	.	**III**	**IV**	**II**
Avenella flexuosa	.	I	.	**IV**	**IV**	**II**
Dicranum congestum	.	.	.	**V**	**IV**	**V**
Cladonia uncialis	.	.	.	**V**	**IV**	**II**
Cladonia deformis	.	.	.	**V**	**IV**	**IV**
Betula pubescens	.	.	.	**V**	**V**	**V**
Cladonia stellaris		**III**	.	**V**	**V**	**V**
Vaccinium myrtillus	+	**III**	.	**V**	**V**	**V**
Stereocaulon alpinum	.	.	.	**V**	**IV**	**II**
Cladonia amaurocraea	.	.	.	**III**	**II**	**III**
Cladonia corunta	.	.	.	**III**	**I**	**III**
Picea obovata	.	.	.	**III**	**III**	**III**
Salix caprea	.	.	.	**III**	**II**	**I**
Общие виды для Центральноевропейской, Восточноевропейской (Сарматской) и Североевропейская провинций						
Pinus sylvestris	**V**	**V**	**V**	**V**	**V**	**V**
Calluna vulgaris	IV	V	II	V	V	V
Cladonia mitis	V	.	V	V	V	V
Cladonia rangiferina	IV	IV	.	V	V	V
Vaccinium vitis-idaea	IV	V	II	V	V	V

Polytrichum piliferum	III	IV	III	V	III	I
Arctostaphylos uva-ursi	IV	I	.	V	IV	IV
Juniperus communis	III	III	.	III	II	III
Cladonia gracilis	V	IV	II	III	III	II
Stereocaulon paschale	.	.	II	III	II	III
Dicranum scoparium	.	IV	IV	II	IV	II
Polytrichum juniperinum	.	.	II	V	V	IV

Синтаксоны: 1. Cladonio-Pinetum (Белявичене,1991); 2. Cladonio-Pinetum (Matuszkiewiz. 1984, Faltinowicz. 1986) 3. Cladonio-Pinetum koelerietosum glaucae subass. (Южное Нечерноземье). 4. Cladonio-Pinetum (Kielland-Lund, 1981). 5. Pinetum cladinosum. 6. Pinetum hylocomioso-cladinosum (Нешатаев, Нешатаева, 2002).

Условные обозначения. Флористические провинции: ЦЕ - Центральноевропейская, ВЕ – Восточноевропейская (Сарматская), СЕ – Североевропейская. Регионы: ЛИТ – Литва, ПОЛ – Польша, ЮНЧ – Южное Нечерноземье, КОП – Кольский полуостров.

Проанализируем синтаксоны в табл. 3 с учетом их ботанико-географического положения в системе географического районирования Европы.

Ассоциацию ***Cladonio-Pinetum koelerietosum*** Южного Нечерноземья России, рапространенную в южной полосе Сарматской провинции, от аналогичных синтаксонов из других флористических провинций, дифференцируют: *Chamaecytisus ruthenicus, Agrostis capillaris, Astragalus arenarius, Dianthus borbasii, Koeleria glauca, Hieracium pilosella, Thymus serpyllum* (табл.3, 3). Ассоциация объединяет остепненные боры, обычно за пределами ареала ели или на южной границе ее ареала. Она выделена по присутствию пасммофитных видов характерных для песчаных степей союза ***Koelerion glaucae*** Volk 1931. Присутствие ксероморфных видов отражает более южное расположение субассоциации *koelerietosum glaucae* в подзонах елово-широколиственных и широколиственных лесов Восточноевропейской флористической провинции и дифференцирует лишайниковые сосняки Южного Нечерноземья от лесов этой ассоциации распространенных в подзонах средней и южной тайги. Кроме того, присутствие этих видов сближает их с остепненными сосновыми лесами подзоны лесостепи (класс *Pulsatillo-Pinetea sylvestris*).

Лишайниковые боры Южного Нечерноземья обнаруживают наибольшее сходство с лишайниковыми сосняками Польши и Литвы. Кроме того, они имеют общие виды с сообществами с Кольского полуострова. Однако, несмотря на определенное сходство, сообщества Южного Нечерноземья отличаются присутствием *Agrostis capillaris*, *Antennaria dioica, Astragalus arenarius, Chamaecytisus ruthenicus, Convallaria majalis, Dianthus borbasii, Helichrysum arenarium, Hypericum perforatum*, *Knautia arvensis* (табл.3).

Польские сообщества ***Cladonio-Pinetum*** по группе дифференцирующих видов объединены можно выделить в субассоциацию ***typicum subass. nova provi*** (табл.3,2).

Литовские сообщества ***Cladonio-Pinetum*** отличаются группой дифференцирующих видов: *Agrostis vinealis*, *Arnica montana, Corynephorus canescens, Gypsophila fastigetata, Luzula pilosa, Scorzonera humilis, Ptilium crista-castrensis* (табл.3,1). Эти сообщества распространены в Центральноевропейской провинции. Их целесообразно выделить в субассоциацию ***corynephoretosum canescentis subass. nova povi***.

Сообщества лишайниковых сосняков (***Cladonio-Pinetum***) Кольского полуострова (Нешатаев и Нешатаева, 2002) дифференцируются группой видов: *Arctostaphylos uva-ursi, Avenella flexuosa, Betula pubescentis, Cladonia amaurocraea, Cladonia stellaris, Cladonia deformis, Cladonia uncialis, Empetrum hermaphroditum, Stereocaulon alpinum, Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum* (табл.3, 4-6). Учитывая присутствие видов аркто-альпийской флоры, сообщества лишайниковых сосняков Кольского полуострова целесообразно выделить в отдельную субассоциацию ***empetretosum hermaphroditi subass. nova provi.***

Фактически ассоциация ***Cladonio-Pinetum*** Juraszek 1927, которая была установлена в Центральноевропейской провинции, и к которой относят сообщества из различных флористических провинций, представляет группу географических вариантов из различных флористических провинций. Все поздние синтаксоны целесообразно рассматривать по

дифференциальным видам как субассоциации или географические варианты ассоциации ***Cladonio-Pinetum***.

Эти субассоциации представляют собой географические расы *Cladonio-Pinetum:: corynephoretosum canescentis* – центральноевропейская океаническая*; typicum subass*. – центральноевропейская субокеаническая, *koelerietosum glaucae* – восточноевропейская (сарматская), *empetetosum hermaphroditi* – субарктическо-бореальная. Такое синтаксономическое решение согласуется и идеями В.Алехина (в кн. Г. Вальтер, В. Алехин,1936), который, анализируя географическую изменчивость лишайниковых сосняков на Русской равнине, выделил пятичленный климатический ряд от бореальных лишайниковых боров до южных остепненных и степных на градиенте север-юг.

Таким образом, ассоциацию ***Cladonio-Pinetum sylvestris*** представляет комплекс географические варианты одной ассоциации, или же отдельные ассоциации, которые следует объединить в подсоюз ***Cladonio-Pinenion*** provi.

Что бы решить вопрос являются ли установленные сообщества ассоциациями или это географические варианты одной ассоциации, нужен такт синтаксономиста и глубокое понимание того, что представляет собой ассоциация. Как известно, по решению III Международного ботанического конгресса в 1910 году основной единицей растительности считают ассоциацию. Ей дали такое определение «Ассоциация есть растительное сообщество определенного флористического состава с единообразными условиями местообитания и единообразной физиономией. Она является основной единицей синэкологии и экологической единицей, определяемой местообитанием»

Выделение ассоциаций без учета флористического районирования приводит к неизбежной путанице и при определении её синтаксономического положения, т.е. при отнесении её к тому или иному союзу. Выявление ботанико-географической специфики регионов имеет и более серьезные последствия, так как приводит к выделению не только новых ассоциаций, но и союзов. Если не учитывать флористическое районирование, то неоправданно расширяется объем ассоциации и теряется её географическая определенность. Более того, размывается само понятие ассоциации, как основной классификационной единицы растительности.

Надо отметить, что флористическая классификация так же как и доминантная, придает большое значение видам доминантам, которые являются характерными видами синтаксонов различных рангов. Например, *Pinus sylvestris, Picea abies, Quercus robur, Carpinus betulus, Salix alba* и др. являются абсолютно характерными видами при установлении ранга ассоциация – союз – порядок.

Оценка синтаксономического положения установленной единицы растительности должна обязательно включать положение ее в системе флористического и ботанико-георафического районирования, сравнительный ботанико-географический анализ ценофлоры, соотношение в ней геоэлементов.

В нашей геоботанической литературе, как правило, не говорят о географических вариантах или географических расах синтаксонов. Особенно необходим тщательный ботанико-географический анализ ценофлор на стыке географических провинций и регионов. Это даст возможность геоботанику отойти от формализма при установлении синтаксонов, особенно когда геоботанические работы ведутся на небольшой территории. В этом случае установить ассоциацию очень просто. Но оценить её валидность можно лишь на основе оценке ее положения в системе флористического районирования и детального ботанико-географического анализа ценофлоры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алехин В.В.* Растительность СССР в основных зонах // Вальтер Г., Алехин В. Основы ботанической географии. - М.; Л., 1936. - С. 306-680.

2. *Балявичене Ю*. Синтаксономофитогеографическая структура растительности Литвы.- Вильнюс: Мокслас, 1991.217 с.

3. *Булохов А.Д.* Синтаксономия лесной растительности Южного Нечерноземья. I. Порядок *Quercetalia pubescentis* Br.-Bl. 1931. М., Деп. в ВИНИТИ. №1099-В91. 1991. 37 с.

4. *Булохов А.Д.* Синтаксономия лесной растительности Южного Нечерноземья. 5. Порядок Cladonio-Vaccinietalia/ Ред. ж. Биол. науки. М., 1991. 37 с. ДЕП в ВИНИТИ 13.03.1991,№1103-В91.

5. *Булохов А.Д., Соломещ А.И*. 1991 Эколого-флористическая классификация лесов Южного Нечерноземья России., Брянск, 2003. 358 с.

6. *Булохов А.Д*. Синтаксономия как основа ботанико-географического анализа флоры и охраны растительности: автореф. дис. … докт. биол. наук. М. 1992. 32 с.

7. *Булохов А.Д.* Фитоценология и флористика: анализ флоры в синтаксономическом пространстве // Журн. Общ. биологии. - 1993. - Т. 54, № 2. - С. 201-209.

8. Геоботаническое районирование Нечерноземья Европейской части СССР. Л.: Наука, 1978.-62 с.

9. *Коротков К.О*. Леса Валдая. М. 1991.160 с.

10. *Коротков К.О., Морозова О.В*. Некоторые лесные сообщества союза ***Carpinion betuli*** в Подмосковье. Деп. в ВИНИТИ, № 3395-В88. М., 1988. 33 с.

11. *Клеопов Ю.Д*. Анализ флоры широколиственных лесов европейской части СССР. Киев. 1990. 352 с.

12. *Миркин Б.М.* Что такое синтаксонмическая коррекция в методе Браун-Бланке // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1986. Т. 91, № 3. С. 84 – 92 .

13. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г*. Наука о растительности. Уфа. 1998. 1998. 413 с.

15. *Морозова О.В*. Леса заповедника “Брянский лес” Нерусско-Деснянского полесья (синтаксономическая характеристика). Брянск. 1999. 98 с.

16. *Нешатаев Ю.Н., Нешатаева В.Ю*. Синтакосномическое разнообразие сосновых лесов Лапландского заповедника // Бот. жур.,2002. Т.87, №1. С. 99-106.

17. Растительность европейской части СССР. 1980. Л. 430 с.

18. *Тахтаджян А.Л*. Флористические области Земли. Л. 1978. 248 с.

19. *Толмачев А.И.* Введение в географию растений.Л.: Изд-во ЛГУ, 1974.274 с.

20. *Braun-Blanquet J.* Pflanzensoziologie. Wien, New York, 1964.865 S.

21. *Brown J.H., Maurer B.A*. Macroecology: the division of food and space among species on continents // Science. 1989,V. 243. P. 1145 – 1150.

22. *Faltynowicz W.* The dynamics and role of lichens in a managed Cladonia-Scotch Pine forest (Cladonio-Pinetum) // Monographiae Botanicae, 1986. V. 69. - P 1-96.

23. *Kielland-Lund J*. Die Waldgeselschaften SO Norvegens //Phytocenologia, 1981. Vil.9, N1.2. S. 53-250.

24. *Lonsdale W.M*. Global patterns of plant invasions and the concept of invisibility // Ecology. 1999,V.80. P. 1522 – 1536 .

25. *Malyshev L., Nimis P.L., Bolognini G*. Essays on the modeling of spatial floristic diversity in Europe: British Isles, West Germany and East Europe // Flora. 1994, Vol. 189. P. 79 – 88.

26. *Maurer B.A.* Untangling ecological complexity: the macroscopic Perspective. The University of Chicago Press. Chicago & London, 1999. 231 p.

27. *Matuszkiewicz W., Matuszkiwicz J.* Przeglad fitosocjologiozny zbiorowick lesnych Polski. Cz. 2. Bory sosnowe // Phytocoenosis, 1973. Vol. 2, 4. P. 273-356.

28. *Meusel H., Jäger E., Weinert E*. Vergleihende Chorologie der zentaleuropäischen Flora. Text, Karten. Bd.1. Jena, 1965. 583 S.

29.*Oberdorfer E*. Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Wälder und G ebüsche. Teil. IV. 2. Auflage. B. Tabellenband. Jena, Stuttgart, New York: G. Fischer, 1992. 288 S.

31. *Oberdorfer E*. Pflanzensoziologische Excursionsflora. 7. Auflage. Ulmer, Stuttgart, 1994. 1050 S.

32. *Oksanen J.* Reindeer lichen (Cladind) vegetation of rock outcrops on a coast – inland transect in South Finland // Annalis botanici finnici, 1981. № 18. - P. 133-154.

33. *Oksanen J., Ahti T.* Lichen-rich pine forest vegetation in Finland // Annalis botanici finnici, 1982. № 19. P. 275-301.

34. *Sokolowski A.W.* Zbiorowska lesne polnocno-wschodniej Polski // Monographiae botanicae, 1980. Vol. LX. - 205 p.

Sokolowski, 1980

35. *Walter H., Straka H.* Arealkunde. Floristisch-historische Geobotanik. 2. Aufl. Stuttgart, 1970. 478 S.

УДК 581.5 (574.21; 58.02)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСТИТЕЛЬНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИТОИНДИКАЦИОННЫХ ШКАЛ

© 2012 А.А. Зверев

Томский государственный университет

В статье рассматриваются варианты опосредованной классификации растительных сообществ на основе данных фитоиндикационного анализа. Описаны методы вычисления матриц сходства и различия для использования в кластерном анализе на основе средних фитоценотических статусов сообществ и создания их экологических спектров. Предложен новый метод сравнения градиентных профилей, отражающих вероятностные экологические параметры таксономических списков. Методические построения проиллюстрированы примерами дендрограмм сходства геоботанических описаний лесной растительности Западного Забайкалья, относящихся к 2 классам и 4 союзам по эколого-флористической классификации.

Ключевые слова: *сравнительный анализ, экологические шкалы, фитоиндикация, система IBIS*.

Задачи классификации в науках о растительном покрове (прежде всего речь идет о флористике и фитоценологии) решаются на протяжении уже более 150 лет [36]. Круг этих задач весьма широк, отражая как комплексность и многомерность самой предметной области, так и следуя за насущными потребностями устойчивого взаимодействия человека с окружающей средой на фоне все возрастающего антропогенного пресса. Большинство методов, используемых в сравнительной флористике и фитоценологии, основывается на достижениях математической статистики, обеспечивая большую объективность применяемых процедур.

Слова Альфонса Декандоля [79, с. 1176] "*Il y a des chiffres bons à calculer et d'autres parfaitement inutiles ou même trompeurs...*" (*Одни цифры заслуживают вычисления, а другие совершенно бесполезны и даже вводят в заблуждение…*), взятые эпиграфом к программной работе А.И. Толмачева "О количественной характеристике флор и флористических областей" [62, с. 3] и весьма уместно процитированные Л.И. Малышевым [36], вполне могут быть отнесены на счет практики использования количественных методов обработки данных, применяемых в геоботанических исследованиях. Это предостережение, высказанное около полутора веков назад, стало еще более актуальным именно сейчас, после широкого внедрения компьютерных методов анализа, сделавших доступной для исследователей-ботаников обработку больших массивов полевых данных. Известно, что слабые стороны есть у любых, самых успешных методик, а их механистическое применение всегда снижает качество получаемых результатов. Использование компьютерных технологий ввергает некоторых исследователей в иллюзорную убежденность в непогрешимости "объективных, непредвзятых и точных" количественных подходов, рождает нежелание разбираться в самом содержании методик и провоцирует на использование компьютера в качестве "черного ящика".

Несколько парадоксальным образом этот слегка пессимистичный пролог подводит нас к выводу о необходимости совершенствования существующих и разработки новых методов количественного анализа данных, а также желательности более широкой и публичной их апробации. Важнейшим направлением остается создание методических пособий (в дополнение к ставшим уже классическими монографиям и обзорам П. Грейг-Смита, [8], В.И. Василевича [2, 3], Б.М. Миркина и Г.С. Розенберга [42], В.М. Шмидта [73, 74], Ю.Н. Нешатаева [45] и немногих других), раскрывающим особенности применения новых методов анализа. Эта мысль высказывалась Г.С. Розенбергом [54] и на предыдущей Всероссийской геоботанической школе-конференции (Петрозаводск, 2007 г.).

Основа любой классификации объектов растительного покрова – сравнение их признаковых ареалов методами многомерного анализа, приводящее к упорядочиванию объектов в сравнительно однородные группы, или кластеры. Вне зависимости от масштаба и иерархии сопоставляемых

Зверев Андрей Анатольевич, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники. E-mail: ibiss@rambler.ru

объектов (локальные или конкретные флоры, парциальные флоры, ценофлоры, конкретные растительные сообщества) начальная фаза анализа требует составления первичной матрицы "объекты – признаки". В роли последних выступают таксоны (чаще видового и инфравидового таксономического уровня), параметры которых регистрируются для каждого объекта. Могут использоваться как качественное присутствие таксона, так и различные весовые характеристики, отражающие участие таксона: проективное покрытие, обилие, масса, социабилитет и т.д. Для достижения цели – выделения более однородных групп из множества объектов – могут использоваться методы кластерного (*Q*-mode analysis [101]), факторного, дискриминантного анализа и другие статистические техники [1, 24, 37, 72, 74].

В данной статье мы сосредоточимся только на одной технике из арсенала многомерной статистики – на агломеративном иерархическом (последовательном) кластерном анализе [9, 106], который находит широкое применение и в фитоценологии [41, 42, 72]. Непосредственно кластерный анализ выполняется по симметричной относительно главной диагонали матрице индексов сходства или различия между объектами – в *Q*-технике это таксономические списки растительных сообществ и флор. Все варианты иерархического кластерного анализа представляют собой итеративные процедуры снижения размерности вторичной матрицы и различаются способом связывания – алгоритмом вычисления на каждом шаге меры близости или расстояния до вновь образовавшегося кластера. В качестве источника вторичной матрицы может выступать как исходная сводная таблица флор или описаний (признаками выступают таксоны), так и таблица, предварительно генерализованная до некоторого спектра элементов. Основанием для такой генерализации (укрупнения исходных признаков) служит существование классов эквивалентности, объединенных в систему, называемую фактор-множество [59, 75, 15]. Чаще для этой цели используют таксономические и типологические фактор-множества. Примерами первых могут служить семейственно-видовые или родо-видовые спектры, вторых – спектры жизненных форм или экологических групп. Ранее нами было предложено различать третий тип ботанических фактор-множеств – градиентные фактор-множества [15], классы которых выделяются на непрерывном градиенте некоторого (чаще экологического) фактора. В этом случае параллельно существуют набор точек оптимума исходных элементов (например, видов) на градиенте фактора и система непересекающихся классов, охватывающих всю амплитуду данного фактора, такая, что число классов меньше, чем число различаемых градаций фактора (т.е. каждый класс охватывает минимум две градации). В этом случае вид получает назначение в укрупненный класс опосредовано через значение своего оптимума на градиенте фактора. Хорошим примером служат экологические группы, выделяемые на основе фитоиндикационных экологических шкал [15], рассмотренных подробнее ниже.

Иерархический кластерный анализ предполагает визуализацию результатов сравнения в форме корреляционных колец, ориентированных графов, дендрограмм и дендритов, позволяющую в графической форме отразить степень близости сравниваемых списков и их объединение в те или иные группы [13].

В практике геоботанических исследований в качестве первичных данных при сравнениях чаще используют параметры биоты. Однако многочисленные работы [2, 19, 20, 23, 34, 35, 48 и др.] позволяют сделать вывод о примерно равном влиянии абиотических (экологических) и биотических (ценотических) факторов на формирование состава и структуры растительных сообществ. Предположение, что сообщества (местообитания), которые сходны между собой по набору физико-химических параметров и расположены в одной климатической зоне, будут в значительной степени совпадать по набору видов, слагающих сообщество, в случае если были учтены важнейшие экологические переменные, определяющие композицию сообщества [77], находит ряд подтверждений (например, при обосновании выделения эколого-ценотических групп [60, 61]). Результаты ординации и классификации таких наборов абиотических переменных, выражающих взаимное экологическое сходство между сообществами, должны быть сходны с результатами ординации и классификации сообществ по биотическим параметрам. Как пропуск ключевых детерминирующих факторов, так и включение сильно различающихся второстепенных

экологических переменных, но не оказывающих явного влияния на состав сообществ, будет ухудшать степень совпадения получающихся классификаций [77].

Перспективность использования экологических параметров для классификационных построений подтверждается многочисленными примерами исследований отечественных и зарубежных ботаников. Задача оценки соответствия абиотических условий потребностям населяющих местообитания биотическим комплексам нашла свое обоснование в фундаментальной теории экологической ниши [90, 91] и получила свое развитие в концепции экологического ареала [56, 58]: "…положение в поле экологических факторов – важнейшая характеристика экоареала, поскольку привязка к определенным градациям экологических факторов позволяет разрабатывать экологическую классификацию растительных сообществ. В центре такой классификации должен быть экотоп, или местообитание, что согласуется со взглядами ведущих экологов и фитоценологов… Тип экоареала, установленный на основании приуроченности к типу местообитаний, может служить в качестве основной единицы при экологическом анализе растительного покрова" [56, с. 25–25].

Дальнейшим предметом нашего рассмотрения будут варианты построения классификационных схем на основе экологической информации, заключенной в фитоиндикационных шкалах. В контексте нашей работы среди многих достоинств фитоиндикационного анализа важнейшими являются возможность сглаженной количественной оценки напряженности факторов среды, не требующей проведения дорогостоящих инструментальных измерений, и допустимость ретроспективного анализа с использованием фондовой информации о растительном покрове, что дает основания для долговременного мониторинга трансформаций окружающей среды [14].

Методические основы разработки и применения экологических (стандартных) шкал были заложены выдающимся российским ботаником и экологом Л.Г. Раменским [51–53]. Экологические шкалы количественно отражают характеристики видов в баллах на градиенте различных факторов. Каждому баллу (градации или ступени) экологической шкалы соответствует определенный уровень напряженности экологического фактора, что дает возможность производить опосредованную оценку экологических условий по параметрам растительного покрова. В дальнейшем работа по созданию шкал была продолжена учениками и последователями Л.Г. Раменского [38, 39, 65–70 и др.]. Параллельно фитоиндикационное направление успешно развивалось и в Западной Европе [82, 89, 95–98, 107 и др.].

Согласно информации из учебника В.С. Ипатова и Л.А. Кириковой [23], опубликовано более двадцати экологических шкал. Речь идет об авторских системах шкал, поскольку обычно такие шкалы составляются по некоторому набору экологических факторов. Наиболее часто в фитоиндикационных исследованиях используются экологические шкалы по факторам увлажнения и богатства почв, поскольку не вызывает сомнения их ведущая роль в определении состава фитоценозов. Параметры таксонов по этим факторам определены практически у всех авторов, причем на градиенте по данным факторам обычно различается максимальное число градаций. С момента первого издания учебника [23] прошло уже более 15 лет, за это время арсенал фитоиндикационных шкал пополнился новыми разработками [26–29, 32, 47, 57, 63, 64, 71, 81], написаны методические работы и учебники по их применению в анализе растительности [4, 5, 19, 30].

По характеру предоставляемой информации все шкалы можно разделить на три базовых типа: оптимумные шкалы, когда для каждого вида указывается только точка экологического оптимума (шкалы многих западноевропейских авторов, например Р. Хундта [89], Э. Ландольта [97, 98], Х. Элленберга [82], из поздних отечественных работ – шкалы А.Ю. Королюка [29], А.Ю. Королюка с соавтрами [32], Троевой с соавторами [63], Н.Г. Ильминских [22]; амплитудные (иначе интервальные, или медианные) шкалы, где указываются пределы толерантности вида (шкалы Д.Н. Цыганова [69, 70]), Д. Франка и С. Клотца [84]); амплитудно-оптимумные, наиболее информативные шкалы (разработки Л.Г. Раменского с соавторами [53], И.А. Цаценкина [65–67], И.А. Цаценкина с соавторами [68–70], а также В.П. Селедца [55] и Т.А. Комаровой с соавторами [28])

Многочисленна и литература по практическому использованию фитоиндикационных шкал в разнообразных по тематике геоботанических исследованиях (см., например, обзорные разделы в [4, 5, 19, 28, 30, 58] и др.). В практике отечественной ботаники и экологии наиболее востребованы вышеупомянутые стандартные экологические шкалы Л.Г. Раменского [53] и Д.Н. Цыганова [70] для территории Европейской части России, И.А. Цаценкина [38, 39] – для Сибири.

Перед рассмотрением возможных вариантов вычисления вторичной матрицы отношений между списками таксонов с использованием информации, заключенной в экологических шкалах, необходимо определиться с некоторыми базовыми понятиями, учитывая их специфику применения в фитоиндикационном анализе. Следует особо подчеркнуть, что далее речь идет о синэкологических параметрах таксонов – т.е. проявляющихся в природе в условиях произрастания в растительных сообществах.

Минимальный статус (минимум) – лимитирующий снизу режим напряженности фактора (градация фитоиндикационной шкалы), при котором возможно произрастание вида.

Максимальный статус (максимум) – лимитирующий сверху режим напряженности фактора (градация шкалы), при котором возможно произрастание вида.

Оптимальный статус (оптимум) – режим напряженности фактора (градация шкалы), при котором вид находится в оптимальных условиях (достигается максимальное обилие при отсутствии лимитирующего воздействия других факторов). Для собственно амплитудных шкал [70, 84: фактор гемеробиальности] за оптимум принимается медиана (среднее между максимумом и минимумом), для амплитудно-оптимумных [38, 39, 53 и др.] – медиана при высшем обилии.

Амплитуда толерантности – в шкалах амплитудного формата расстояние между минимальным и максимальным статусом, определяющее степень эврибиотности вида, а также его индикационные свойства, которые возрастают с уменьшением амплитуды. Поскольку в шкалах оптимумного типа минимум и максимум не определены, амплитуды толерантности всех таксонов приравниваются к единице. Процедура учета индикаторной силы таксонов через различия в амплитудах толерантности в этом случае не имеет смысла. В многомерном экологическом пространстве амплитуда толерантности по конкретному фактору может рассматриваться как проекция фундаментальной экологической ниши вида [90, 91] на одну из экологических осей.

Статусы и амплитуды могут быть выражены как в оригинальных ступенях шкалы, так и в долях или процентах от общего градиента фактора. В последнем случае амплитуда толерантности таксонов в оптимумных шкалах равна обратному числу градаций шкалы, а для амплитудных шкал она непосредственно равна занимаемому таксоном интервалу градиента. В таком формате понятие амплитуды толерантности, используемое нами с 1990 г. [10, 11], синонимично введенному позднее Л.А. Жуковой [18, 19 и др.] термину "потенциальная экологическая валентность".

При дальнейшем обсуждении методов получения вторичных матриц для иллюстрации использованы скриншоты разработанной нами интегрированной ботанической информационной системы IBIS [13].

1. **Вторичная матрица разностей средних статусов таксономических списков**. Успешность и интерпретируемость дальнейшей кластеризации во многом зависит от правильности выбора ведущего фактора, отвечающего за дифференциацию растительности. В качестве расстояния между списками принимается модуль разности между средними статусами. В зависимости от масштаба шкалы и от требований последующей кластеризации возможна трансформация полученных значений (стандартизация, нормирование на максимум, степенные преобразования и т.д.). Существует разнообразие методов вычисления среднего фитоиндикационного статуса для каждого сравниваемого списка [7, 17, 25, 30, 53], применимость некоторых из них зависит от типа шкалам. Перечислим лишь некоторые из них (реализованы в системе IBIS):

– метод взвешенного усреднения полных списков с возможным учетом амплитуды толерантности таксонов-индикаторов [16];

– метод взвешенного усреднения доминантов, основанный на предварительной фильтрации таксонов в каждом списке по степени их доминирования;

– табличный метод ограничений [53];

– метод середины диапазона минимального экологического конфликта;
– метод пересечения большинства интервалов [17];
– метод поиска модальной градации.

2. **Вторичная матрица экологических расстояний между таксономическими списками по набору факторов.** Значения матрицы вычисляются как расстояние (Эвклидово расстояние, Манхэтеннская дистанция, расстояние Чебышева, степенные расстояния и т.д.) между средними статусами списков (см. выше) по нескольким факторам одновременно. Для разноградационных факторов (в случае вычисления статусов в форме ступеней исходной шкалы) желательно проведение предварительной стандартизации. Очевидно, что для анализа значительных массивов описаний и флор следует использовать технологии баз данных, так как, во-первых, расчет средних статусов требует интенсивной выборки информации из справочников, а во-вторых, полученные статусы по разным факторам необходимо хранить вместе описаниями растительности до момента построения вторичной матрицы [13].

3. **Вторичная матрица на основе сходства градиентных фактор-множеств**. Основанием для генерализации (объединения таксонов и их параметров в классы эквивалентности) служит классификация [15], выполненная для той или иной шкалы (рис. 1). При генерализации возможно взвешивание таксонов их весовыми параметрами, что ведет к получению уточненных градиентных спектров. Так как обычно не все таксоны из исходной таблицы имеют статусы по той или иной шкале, формируется специальный "экологически неопределенный" класс (на рис. 1 обозначен "NO_DATA"), который должен быть исключен из дальнейшего анализа.

###	Элемент	Пост	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1	Гемиксерофиты	6	3	1	5	.	.	.	.	.	1	.	2	1
2	Ксеромезофиты	12	126	98	107	68	62	63	49	54	82	56	93	90
3	Эумезофиты	12	238	214	203	193	202	194	180	188	207	200	212	206
4	Гидромезофиты	12	47	49	53	49	59	50	50	53	50	45	36	39
5	Гемигидрофиты	12	5	8	7	6	7	6	6	7	6	6	4	4
6	Гипогидрофиты	12	4	8	6	6	8	7	7	9	9	7	3	3
7	Ортогидрофиты	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	<NO_DATA>	12	166	116	107	82	81	87	66	79	90	76	85	98

Рис. 1. Пример генерализированной матрицы: невзвешенный градиентный спектр 12 локальных флор [49, 50] на основе классификации Е.П. Прокопьева [48] по статусам увлажнения в шкале И.А. Цаценкина с соавторами [39].

В качестве мер близости во вторичной матрице могут быть использованы коэффициенты ранговой (Spearman's ρ [104], Kendall's τ [94]), знаковой (Fechner's r [6, 83]), линейной корреляции (Pearson's r [100]) и др., однако более употребительны различные количественные индексы сходства и различия, например, релятивизированная мера сходства Съеренсена [99], часто использующаяся в отечественной литературе под именем индекса Чекановского для весовых множеств [46, 75].

Хотя природа градиентных спектров позволяет проводить упорядочение классов эквивалентности (на рис. 1, например, классы выстроены в порядке увеличения напряженности режима увлажнения), однако выделение "ведущих" классов, как это принято в "головных" таксономических спектрах, не представляется обоснованным. Поэтому при сравнении списков следует использовать весь набор классов, тем более что упрощенный подход (анализ только части спектра) может вести к значительной деформации результатов [36, 50].

4. **Вторичная матрица на основе сходства градационных генерализованных таблиц**. Число градаций экологических факторов у некоторых авторов невелико – так их 5 в системе Е. Ландольта образца 1977 г. [97], 9 ступеней у большинства факторов Х. Элленберга с соавторами [82], немного ступеней в шкалах гемеробиальности (чаще используется система Я. Яласа [92] в модификации Г. Зукоппа [105]) и антропотолерантности [22, 47, 84, 95, 96]. В таком случае сами исходные градации могут выступать в роли классов эквивалентности и служить элементами экологических спектров. В остальном применимо все вышесказанное в отношении предыдущего

варианта анализа, включая необходимость исключать из него искусственную градацию, объединяющую таксоны, не представленные в шкалах.

###	Элемент	Пост	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
1	Градация 37	5	.	3	.	.	.	.	1	1	3	.	.	.	3
2	Градация 38	4	3	.	.	.	1	1	.	.	.	.	3	.	.
3	Градация 40	5	.	38	3	3	9	.	3	.	.	.	.	.	.
4	Градация 42	12	12	20	3	3	6	6	12	1	.	3	3	22	1
5	Градация 43	8	.	.	.	3	4	.	1	3	3	19	.	3	3
6	Градация 45	11	3	.	3	3	19	10	.	1	1	6	20	1	1
7	Градация 46	13	31	19	29	32	60	29	3	16	2	5	7	22	4
8	Градация 48	12	3	4	2	3	4	3	2	.	2	2	5	4	2
9	Градация 49	13	5	6	10	13	10	7	4	7	1	6	6	4	3
10	Градация 50	3	.	25	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.
11	Градация 51	7	1	29	.	.	4	3	20	19	.	1	.	.	.
12	Градация 52	13	25	12	16	7	6	25	1	3	14	1	28	23	7
13	Градация 53	11	3	1	.	.	3	3	1	1	1	11	1	2	1
14	Градация 54	11	1	6	4	3	.	3	11	4	2	3	.	3	13
15	Градация 55	13	10	10	12	10	7	1	9	12	26	11	5	20	29
16	Градация 57	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
17	Градация 58	2	.	.	.	.	1	.	.	.	.	4	.	.	.
18	<NO_DATA>	13	6	16	76	32	22	11	27	30	11	15	24	46	19

Рис. 2. Фрагмент градационного спектра описаний степных фитоценозов [31] по статусам увлажнения почв в шкале А.Ю. Королюка [29]. Статусы таксонов взвешены процентами проективного покрытия.

5. **Вторичная матрица на основе сходства градиентных экологических профилей**. Если для всех предыдущих вариантов вычисления матриц сходства и различия можно использовать фитоиндикационные шкалы всех трех типов, то для построения градиентных экологических профилей подходят только интервальные шкалы. Ограничением варианта 3 (вторичные матрицы на основе градиентных фактор-множеств) и 4 (на основе градационных генерализованных таблиц) является то, что теряется информация о пределах экологической толерантности таксонов. Следует согласиться с утверждением, что "эвритопные виды с большим обилием часто служат не худшими индикаторами, чем виды стенотопные при низком обилии" [23, с. 37]. Собственно, квинтэссенцией фитоиндикационного анализа (синфитоиндикации, в терминологии Я.П. Дидуха [81]) и является одновременный учет всех совместно произрастающих видов-индикаторов. Также показано, что большинство видов демонстрируют унимодальную реакцию (варьированием обилия, покрытия, фитомассы, встречаемости и т.д.) на изменение напряжения экологических факторов [23, 48, 53, 93 и др.], (во всяком случае, при охвате больших отрезков градиента фактора) следовательно, индикаторная вероятность нахождения актуального среднего фитоценотического значения должна снижаться по мере удаления от точки оптимума (или модальной градации) каждого таксона-индикатора. Эти два соображения позволили предложить метод построения вероятностных градиентных профилей для растительных сообществ, ценофлор и флор других рангов и типов.

Отправной точкой является то, что все таксоны-индикаторы, представленные в шкалах амплитудных формата, обладают равным индикационным потенциалом, однако этот потенциал для стенотопных и эвритопных видов распределяется на меньший или больший интервал шкалы. Установление формы конкретной аутэкологической кривой по одному фактору для одного вида является очень трудоемкой задачей, требующей как долговременных стационарных исследований, так и постановки экспериментов. Проблема усугубляется тем, что аутэкологические свойства видов не полностью реализуются в природе. В условиях набора конкретных растительных сообществ, а также под синергетическим влиянием других экологических факторов и с учетом их взаимной компенсации, потенциальная аутэкологическая кривая конкретного таксона по выбранному фактору трансформируются в бесконечное по определению множество

синэкологических кривых отклика. Установление их формы – задача не только еще более трудная, но и бессмысленная с позиций получения устойчивых критериев для сравнения растительных группировок и их местообитаний, ибо такая лабильность неизбежно выльется в невоспроизводимость классификаций. В любом случае, на практике такой подход не может быть реализован при масштабных исследованиях. Поэтому мы остановились на аппроксимации индивидуальных индикаторных кривых треугольниками: для шкал медианного типа треугольники будут равнобедренными, для шкал аплитудно-оптимумного типа – иной формы. Принцип построения градиентного профиля одного таксономического списка из 4 видов схематично показан на рис. 3. (красным цветом выделен вид с ультраэвритопной амплитудой толерантности (охвачены все градации шкалы), синим – ультрастенотопный вид, занимающий одну градацию; зеленым цветом разных оттенков показаны два мезостенотопных вида с симметричным распределением индикаторной плотности по занимаемому интервалу и с оптимумом, смещенным относительно медианы). Ключевой момент – равенство площадей всех треугольников. Непосредственное построение градиентного профиля заключается в разбиении потенциального фрагмента фактора, занимаемого совокупностью видов, на равные интервалы и вычисление суммы площадей треугольников в их пределах. Границы и число интервалов не обязательно должны совпадать со ступенями оригинальной шкалы.

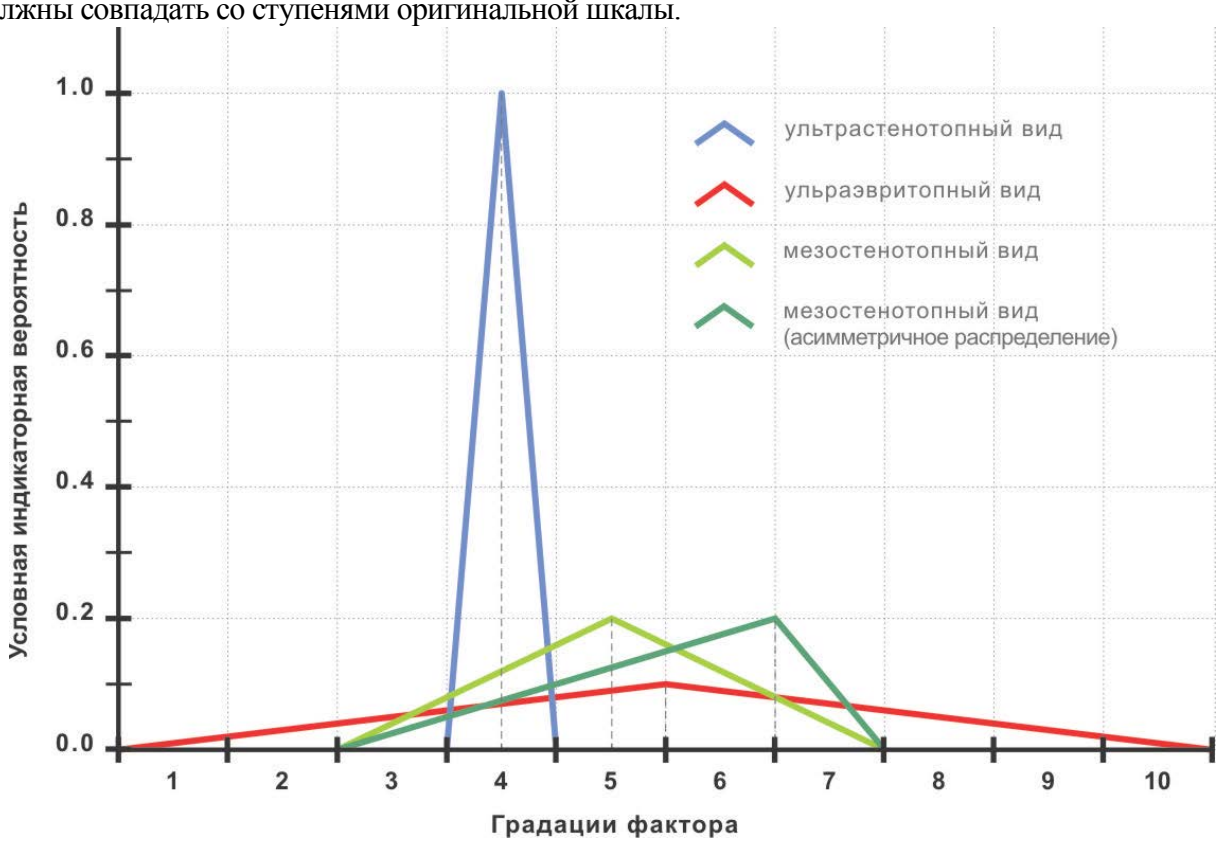


Рис. 3. Схема построения вероятностного градиентного профиля по экологическому фактору

При построении профиля возможно, как и в двух предыдущих вариантах, производить взвешивание частных вкладов таксонов-индикаторов проективным покрытием или другими весовыми характеристиками, пропорционально увеличивая индивидуальную индикаторную плотность. Пример расчета градиентного профиля по фактору богатства и засоленности почв [39] представлен на рис. 4. Значения в поле матрицы для каждого списка – сумма условных индикаторных баллов (100 на каждый вид-индикатор) в пределах каждого интервала фактора, взвешенная проективным покрытием. Техника дальнейшего вычисления матрицы сходства или различия совпадает с описанной выше (варианты 3 и 4).

###	Элемент		Пост	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011
1	Интервал	1	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	Интервал	2	90	12	9	20	21	13	9	11	9	23	11	12
3	Интервал	3	141	91	95	128	108	93	85	90	93	163	89	99
4	Интервал	4	141	243	275	352	260	258	243	233	264	420	252	284
5	Интервал	5	141	466	543	683	488	530	479	443	555	787	494	543
6	Интервал	6	141	753	874	1084	810	890	785	724	985	1224	763	825
7	Интервал	7	141	1031	1217	1461	1209	1244	1064	986	1507	1613	986	1066
8	Интервал	8	141	1043	1313	1455	1431	1225	1027	978	1729	1454	860	982
9	Интервал	9	141	922	1225	1259	1449	970	827	813	1570	1169	612	770
10	Интервал	10	141	660	1034	962	1098	657	582	580	1201	836	357	494
11	Интервал	11	141	387	682	595	603	372	341	352	740	491	168	266
12	Интервал	12	141	144	275	266	257	167	125	146	315	202	69	115
13	Интервал	13	141	34	58	95	97	54	27	37	96	74	26	37
14	Интервал	14	137	9	.	32	40	20	6	6	28	33	9	7
15	Интервал	15	130	3	.	8	20	7	.	.	8	12	3	.
16	Интервал	16	120	.	.	.	7	.	.	.	.	.	.	.
17	Интервал	17	96	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
18	Интервал	18	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Рис. 4. Фрагмент матрицы градиентных профилей описаний лесных фитоценозов [33] по шкале богатства и засоления почв И.А. Цаценкина с соавторами [39]. Использовано унимодальное распределение вероятностей и взвешивание индивидуальных статусов таксонов проективным покрытием в 9-балльной геометрической шкале [13: С. 126].

Проиллюстрируем особенности изложенных выше методических подходов на актуальном геоботаническом материале. Данные для этого примера любезно предоставлены к.б.н. Л.В. Кривобоковым (Институт общей и экспериментальной биологии Бурятского научного центра РАН, г. Улан-Удэ), они представляют собой часть материала его диссертационной работы [33] с более поздними дополнениями.

Район исследования – западный макросклон Икатского хребта (Баргузинский район Республики Бурятия). Рельеф территории имеет сглаженный эрозионно-денудационный характер, высотные отметки 550–1450 м над у. м. [33]. Район расположен на стыке суббореального и бореального климатических поясов в суббореальном биоклиматическом поясе и в восточносибирском (резко континентальном) биоклиматическом секторе [44]. Почвенные комбинации в основном составляют черноземные каштановые почвы горных степей, дерново-лесные почвы остепненных лесов лесостепного пояса. В горно-таежном поясе распространены подбуры и дерново-подзолистые почвы [34]. Леса сложены светлохвойными породами. В лесостепном поясе преобладают сосновые леса сосновой (*Pinus sylvestris* L.), в горно-таежном поясе – лиственничные леса (*Larix dahurica* Turcz. ex Trautv).

Использованная нами ниже классификация лесной растительности была выполнена Л.В. Кривобоковым [33] с использованием программного пакета TurboVeg–Megatab [86] и программы Twinspan [87, 88]. В результате постобработки крупных фитоценотических блоков описаний в технике школы Й. Браун-Бланке [40] получено разделение лесной растительности исследованного района на 2 класса, каждый класс также делится на 2 порядка, каждый порядок представлен одним союзом. Синтаксоны расположены в порядке смены их по профилю макросклона хребта сверху вниз:

1 – класс Vaccinio-Piceetea, порядок Ledo palustris-Laricetalia cajanderi, союз Cladonio stellaris-Laricion gmelinii (далее на дендрограммах описания данного союза обозначены префиксом **FR1** и выделены красным цветом) – лиственничники кустарничково-зеленомошные (брусника, багульник, голубика) на мерзлотных почвах светлохвойного горно-таежного пояса;

2 – класс Vaccinio-Piceetea, порядок Lathyro humiles-Laricetalia cajanderi, союз Rhododendro dauricae-Laricion gmelinii (**FR2,** черный цвет) – разнотравно-брусничково-зеленомошные с мезоксерофильными травами лиственничные леса светлохвойного горно-таежного пояса, переходные к гемибореальным;

3 – класс Rhytidio rugosi-Laricetea sibiricae, порядок Festuco ovinae-Laricetalia sibiricae, союз Festuco altaicae-Laricion sibiricae (**FR3,** синий цвет) – сосновые и смешанные (береза и

лиственница) бруснично-разнотравные гемибореальные леса подтаежно-лесостепного пояса, на холодных почвах – переходные к бореальным;

4 – класс Rhytidio rugosi-Laricetea sibiricae, порядок Carici pediformis-Laricetalia sibiricae, союз Pulsatillo turczaninovii-Pinion sylvestris (**FR4,** зеленый цвет) – сосняки остепненные, ксерофильные, образующие ландшафтные сочетания с луговыми степями на склонах, формируют нижнюю лесную полосу подтаежно-лесостепного пояса.

Геоботанические описания были введены систему IBIS [13], последующая обработка, включая составление первичных и генерализованных таблиц и фитоиндикационный анализ проводилась там же. Всего использовано 104 модельных описания из четырех союзов, среднее число регистраций таксонов в одном описании – 31.42±1.02 (здесь и далее вместе со значением среднего арифметического приводится стандартная ошибка среднего). Таксономические параметры сводного списка таксонов: число видов – 277, число родов – 162, число семейств – 62. При составлении сводной таблицы была выполнена редукция регистраций таксонов в разных ярусах. Для минимизации искажения результатов кластерного анализа по флористическим данным из таблицы были исключены регистрации лишайников и мохообразных, поскольку полнота их выявления отличалась по описаниям, а также все таксоны, не идентифицированные до видового ранга. В итоге в общий таксономический список 104 описаний вошли 263 таксона. Расчет средних по описаниям фитоиндикационных синэкологических статусов по шкалам Д.Н. Цыганова с соавторами для тундровой и лесной зон Сибири и Дальнего Востока [39] выполнен в модуле градиентного анализа системы IBIS. Использован метод взвешенного проективным покрытие усреднения с учетом широты амплитуды толерантности таксонов [16]. Проективные покрытия при взвешивании выражены в 9-балльной геометрической шкале [13: С. 126]. Представленность таксонов-индикаторов в описаниях в среднем составила 90.10±0.70 % от числа видов в каждом описании и по шкале увлажнения и по шкале богатства и засоленности почвы, что является очень высоким показателем.

Рассчитанные в системе IBIS вторичные матрицы (мер сходства, мер различия, корреляций и расстояний) экспортированы в программу PAST [85], где был выполнен агломеративный иерархический кластерный анализ по методу UPGMA (невзвешенное парногрупповое усреднение) [102, 106], там же построены дендрограммы сходства для массива модельных описаний.

В качестве референтной схемы была построена дендрограмма сходства по качественным данным (рис. 5) с помощью традиционно используемого во флористике коэффициента общности Чекановского [78] (иначе известен как коэффициент Дайса [80] или Съеренсена [103]). К недостаткам группировки можно отнести смешение описаний 2 и 3 союзов. Маргинальное положение описания FR3-046 объясняется тем, что из 36 видов этого описания 10 зарегистрированы только в нем. Дендрограмму сходства по количественным данным (проективное покрытие таксонов в процентах) на основе Эвклидова расстояния (рис. 6) также нельзя признать удовлетворительной, поскольку картина дискриминации союзов становится еще менее ясной, хотя, например, описание FR3-046 возвращается в свой союз, поскольку его уникальные виды имеют относительно небольшие покрытия. Однако Эвклидово расстояние чувствительно к числу таксонов в описании и, особенно, к аномально большим весам: не удивительно резкое обособление двух описаний (рис. 6: FR1-039 и FR1-039), имеющих после редукции ярусов 10 и 13 таксонов соответственно, из которых большие относительно других описаний покрытия оказались у *Betula pendula* Roth и *Pyrola asarifolia* Michaux. Дендрограмма по матрице индексов Брея-Кёртиса [76] (рис. 7), являющегося весовым аналогом бинарного коэффициента Чекановского (в оригинальной работе индекс представлен в форме меры различия), дает более адекватную картину, допуская, тем не менее, смешение описаний из двух классов.

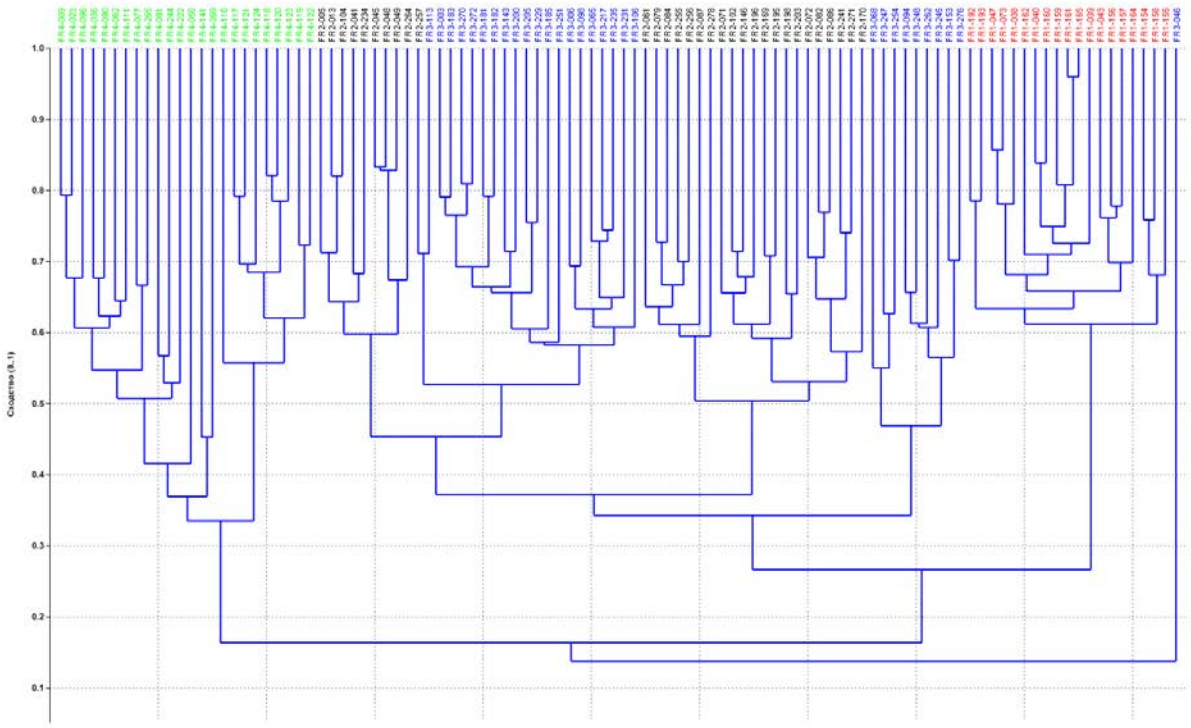


Рис. 5. Дендрограмма сходства модельных описаний по флористическому составу, коэффициент Чекановского, UPGMA, пояснения – в тексте.

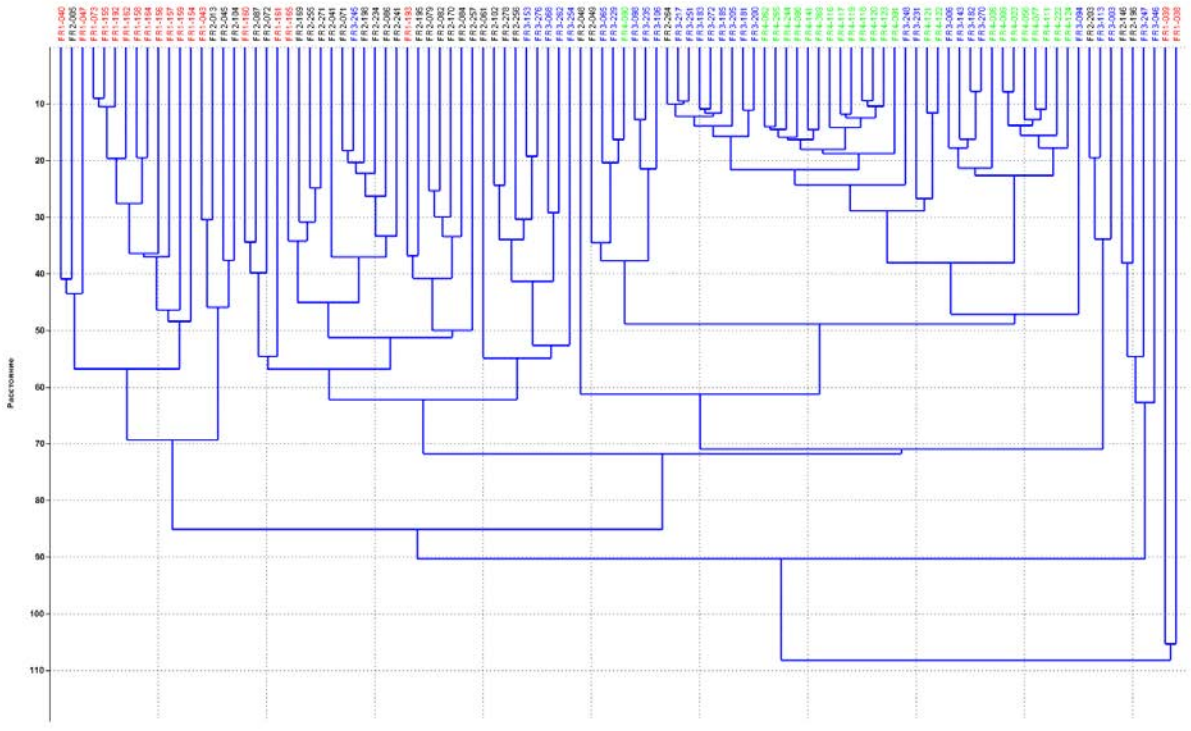


Рис. 6. Дендрограмма сходства модельных описаний, Эвклидово расстояние по проективному покрытию таксонов, UPGMA, пояснения – в тексте.

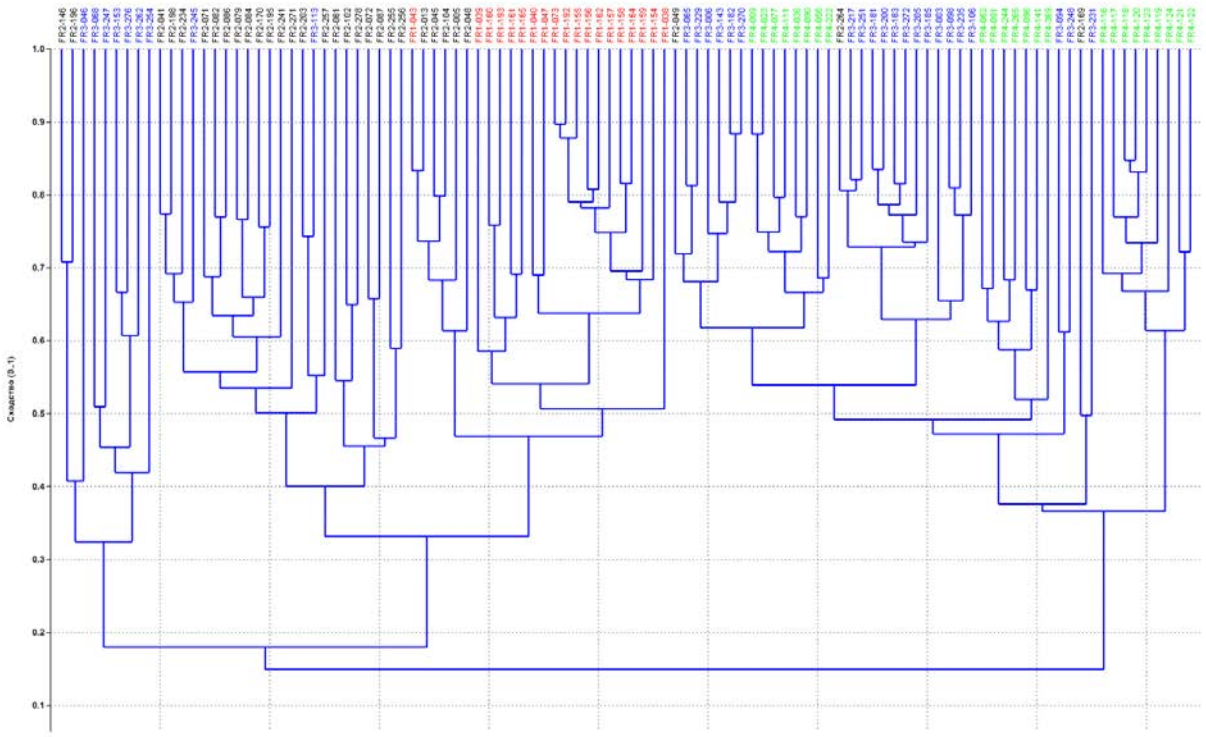


Рис. 7. Дендрограмма сходства модельных описаний, индекс Брея-Кёртиса, UPGMA, пояснения – в тексте.

Все далее обсуждаемые дендрограммы получены по вторичным матрицам, при вычислении которых использовались экологические параметры таксонов.

Использование модуля разности между статусами описаний таксонов по одному фактору (метод вычисления описан выше под номером 1) показано на рис. 8 (фактор увлажнения) и 9 (богатства и засоления). Оба варианта обеспечивают достаточно неплохую дискриминацию описаний по союзам (несколько лучше в первом случае), однако различия по фактору богатства не разделяют два класса на самостоятельные кластеры, что подтверждает предположение о ведущей роли фактора увлажнения почв в дифференциации модельных описаний.

Дендрограммы на рис. 10 и рис. 11 получены с одновременным учетом средних статусов описаний по двум уже использованным экологическим факторам (метод вычисления описан выше под номером 2). Формально на первой схеме допущено меньше неверных классификаций (3 против 5 на второй схеме), однако во втором варианте правильно разошлись синтаксоны высшего порядка. Разница при вычислении матриц – в проведении в первом случае предварительной стандартизации средних статусов описаний, выраженных в форме градаций, что уравняло влияние двух факторов при расчете Эвклидовых расстояний. Во втором случае такой стандартизации статусов не было проведено, а уже после вычисления расстояний было выполнено нормирование на максимум [37, с. 27]. Абсолютные различия в статусах по фактору увлажнения (в шкале 120 градаций против 30 в шкале богатства) стали превалирующим критерием при кластеризации, обеспечивая ему больший вес, что совпало и с реальной картиной. Напомним, что описания различных союзов на нашем массиве имеют, хоть и с перекрытием в зависимости от экспозиции склона, в среднем различную высотную приуроченность и обеспеченность влагой.

Обращаем внимание читателей на то, что иерархический кластерный анализ не предполагает одномерной ординации объектов – порядок следования отдельных описаний и их кластеров на дендрограммах не является прямым отражением различий объектов по градиенту какого-либо экологического фактора. Порядок может быть легко изменен путем свободного вращения любого кластера вокруг своей оси.

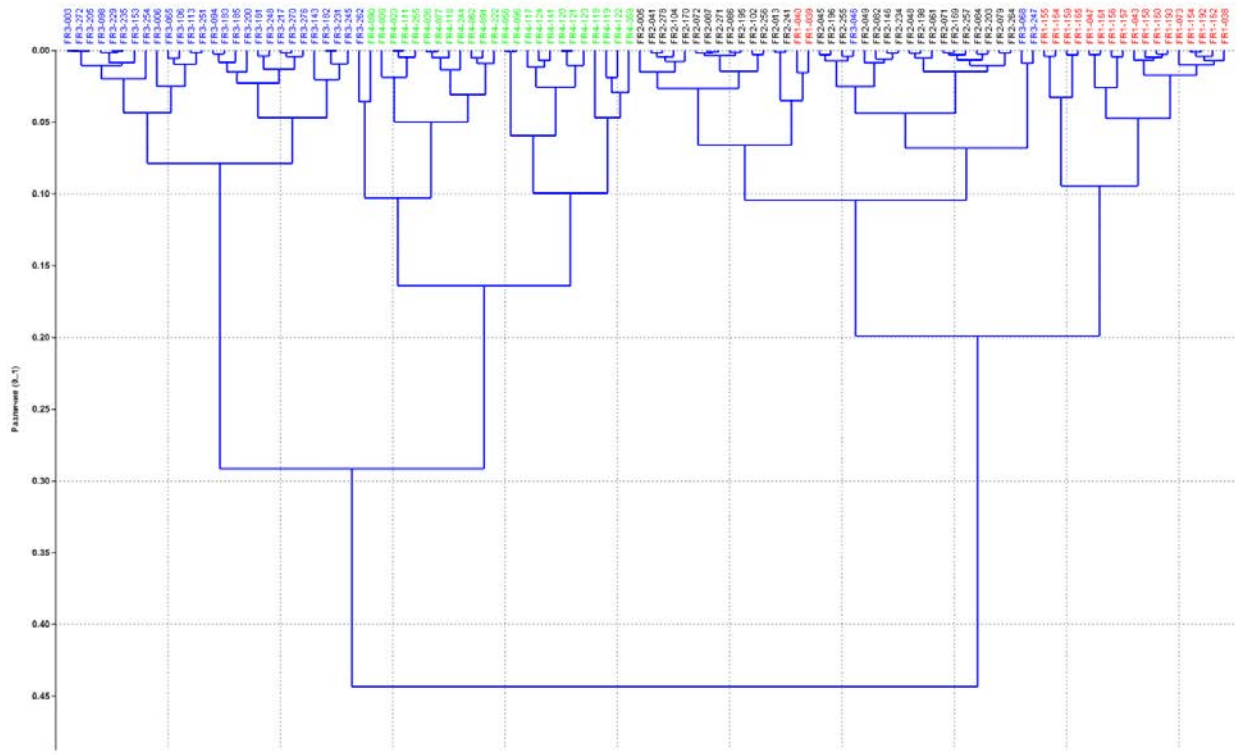


Рис. 8. Дендрограмма сходства модельных описаний по матрице модулей разности средних статусов описаний по фактору увлажнения, UPGMA, пояснения – в тексте.

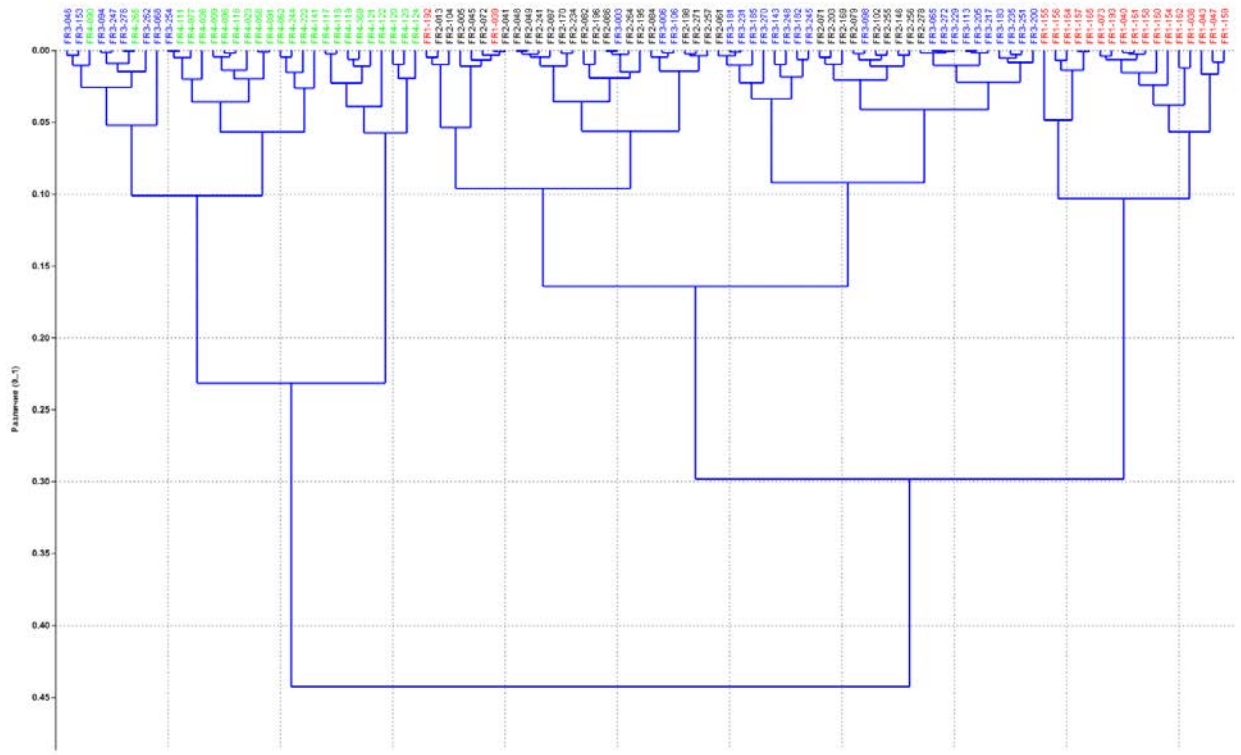


Рис. 9. Дендрограмма сходства модельных описаний по матрице модулей разности средних статусов описаний по фактору богатства и засоления, UPGMA, пояснения – в тексте.

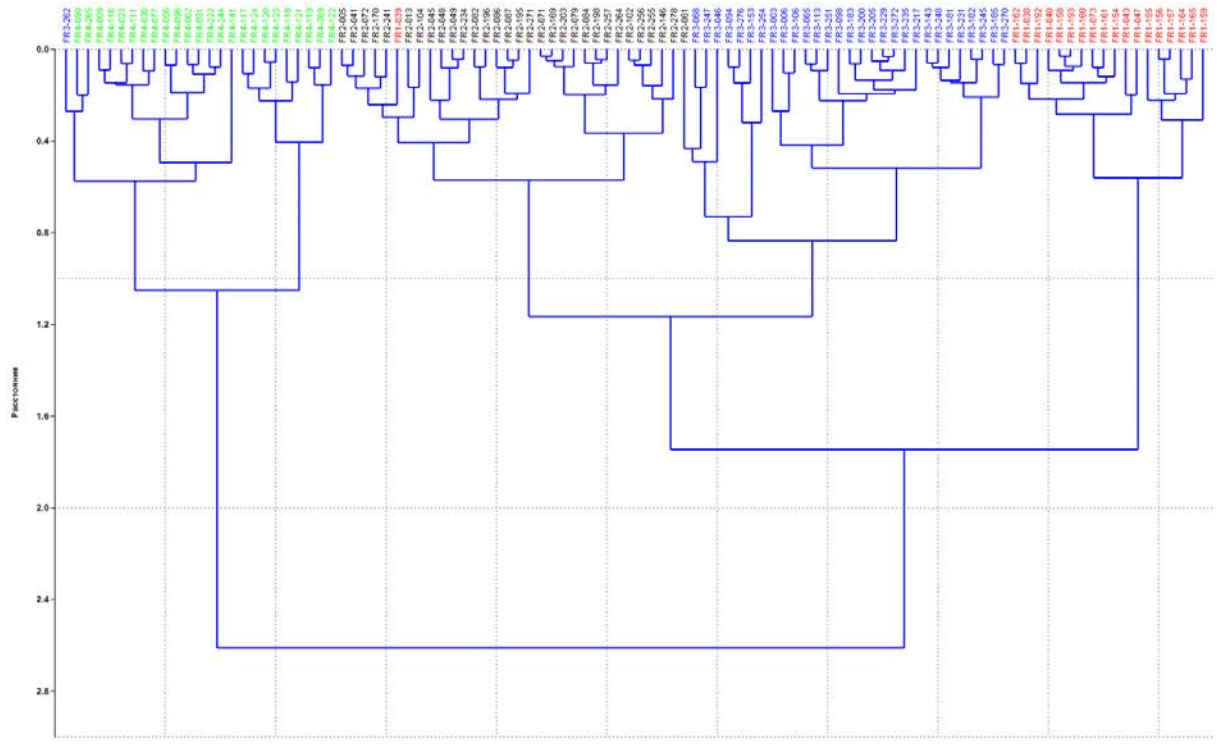


Рис. 10. Дендрограмма сходства модельных описаний, Эвклидово расстояние по стандартизированным средним статусам описаний по факторам увлажнения и богатства–засоления, UPGMA, пояснения – в тексте.

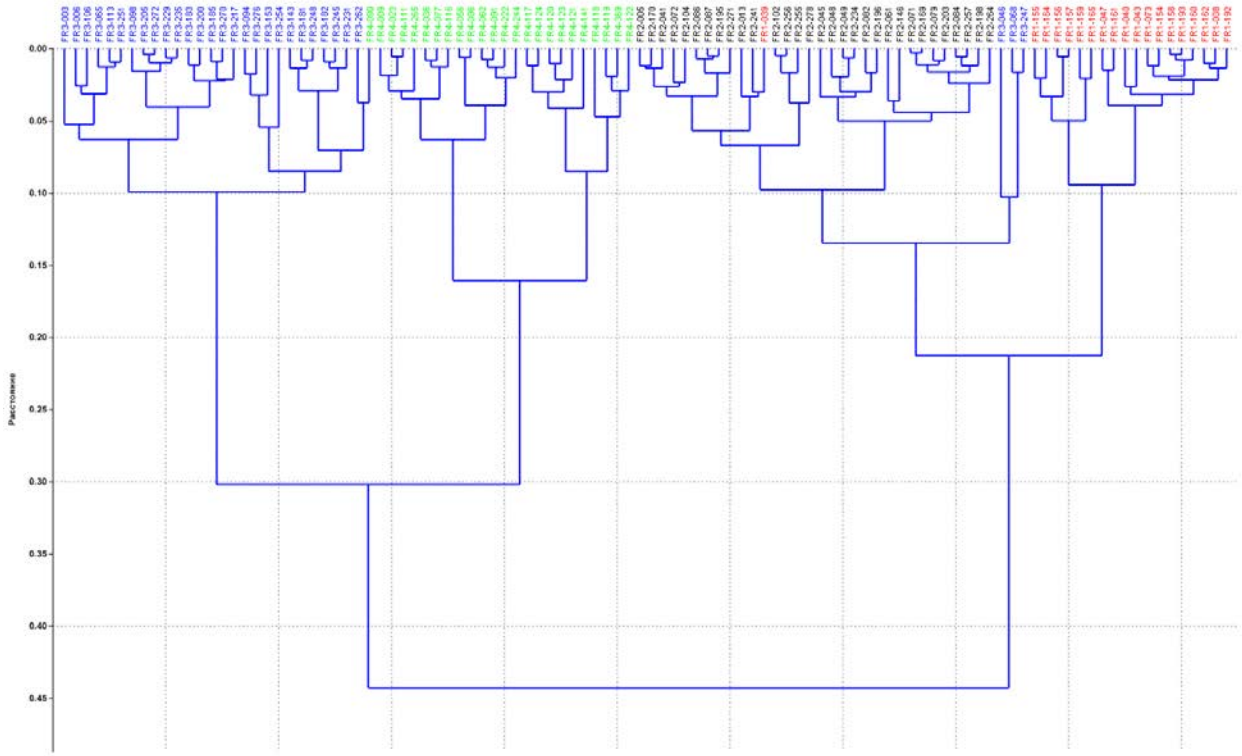


Рис. 11. Дендрограмма сходства модельных описаний, нормированное на максимум Эвклидово расстояние по средним статусам описаний по факторам увлажнения и богатства–засоления, UPGMA, пояснения – в тексте.

На рис. 12 представлены результаты кластеризации на основе сходства градиентного спектра экологических групп [48] по фактору увлажнения (метод вычисления описан выше под номером 3). Несмотря на малое разнообразие самих экологических групп, представленных в описаниях (всего в спектре оказалось представлено 5 групп, причем представители двух крайних из этого набора групп – гипоксерофитов и гидромезофитов – были зарегистрированы только по одному разу в разных описаниях), финальная схема получилась довольно гармоничной, так как при составлении спектра было включено взвешивание таксонов покрытиями. Однако даже без режима взвешивания классификация проведенная по спектру всех 120 градаций шкалы увлажнения (метод вычисления описан выше под номером 4) дает не менее хорошо интерпретируемую дендрограмму (рис. 13). Этого нельзя сказать о следующей схеме, использующей тот же метод (рис. 14), где, несмотря на проведенное взвешивание вклада таксонов их проективными покрытиями, сказалась низкая разрешающая способность коэффициента ранговой корреляции Спирмена [104] при различении близких по структуре объектов.

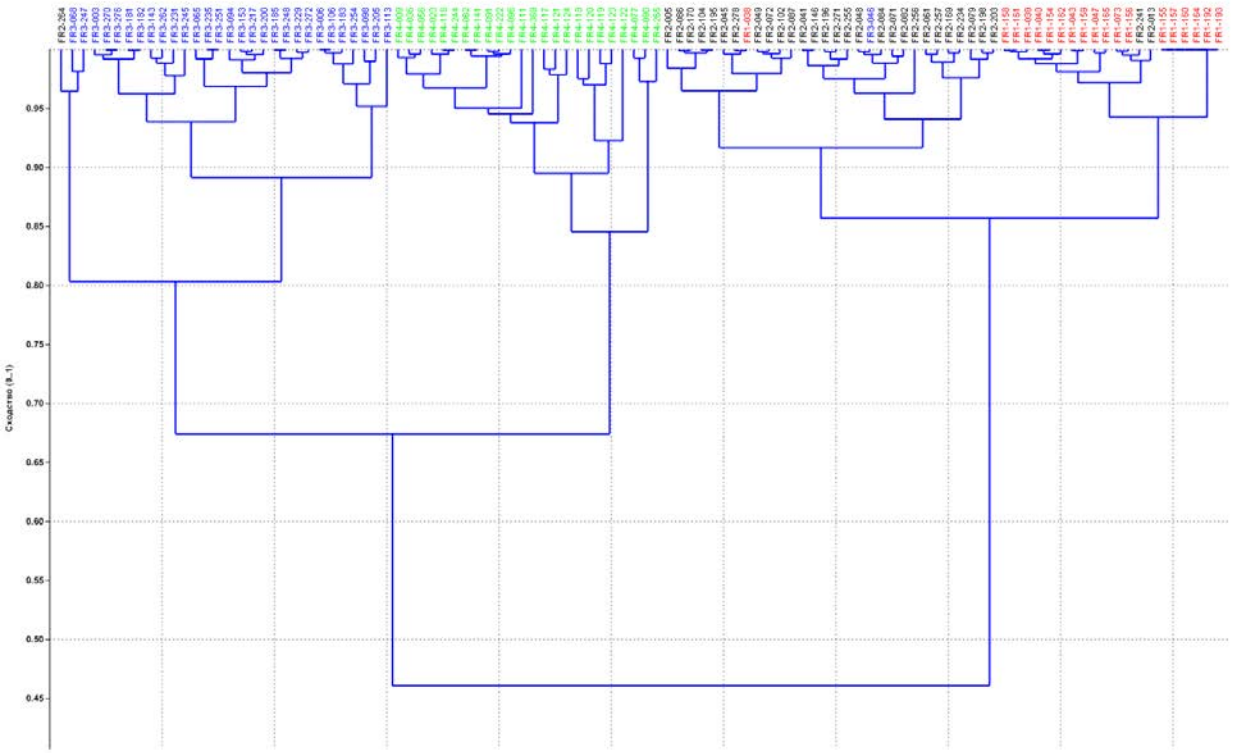


Рис. 12. Дендрограмма сходства модельных описаний, релятивизированная мера сходства Съёренсена по взвешенному покрытиями спектру экологических групп по фактору увлажнения, UPGMA, пояснения – в тексте.

Построение и использование вероятностных градиентных профилей описаний (метод вычисления описан выше под номером 5) по фактору увлажнения (рис. 15, использовано 100 интервалов) и богатства и засоления почв (рис. 16, также использовано 100 интервалов) практически воспроизвело дендрограммы, ранее полученные с использованием модуля разности статусов по каждому из факторов в отдельности (рис. 8, 9). Однако последние результаты следует признать лучшими, поскольку в них минимизировано число случаев неправильной классификации, а также лучше интерпретируются разбиения на группы внутри союзов (устное сообщение Л.В. Кривобокова, автора описаний).

Построение градиентных профилей в предложенном нами варианте не позволяет принимать во внимание несколько экологических факторов одновременно. Учесть сочетанное влияние факторов можно, усредняя значения двух и более "однофакторных"

вторичных матриц. В дендрограмме, построенной таким способом (рис. 17), нет ни одного неправильного отнесения описаний к синтаксонам ранга союза, однако за счет равного влияния факторов "нарушены" отношения между классами (ср. рис. 10).

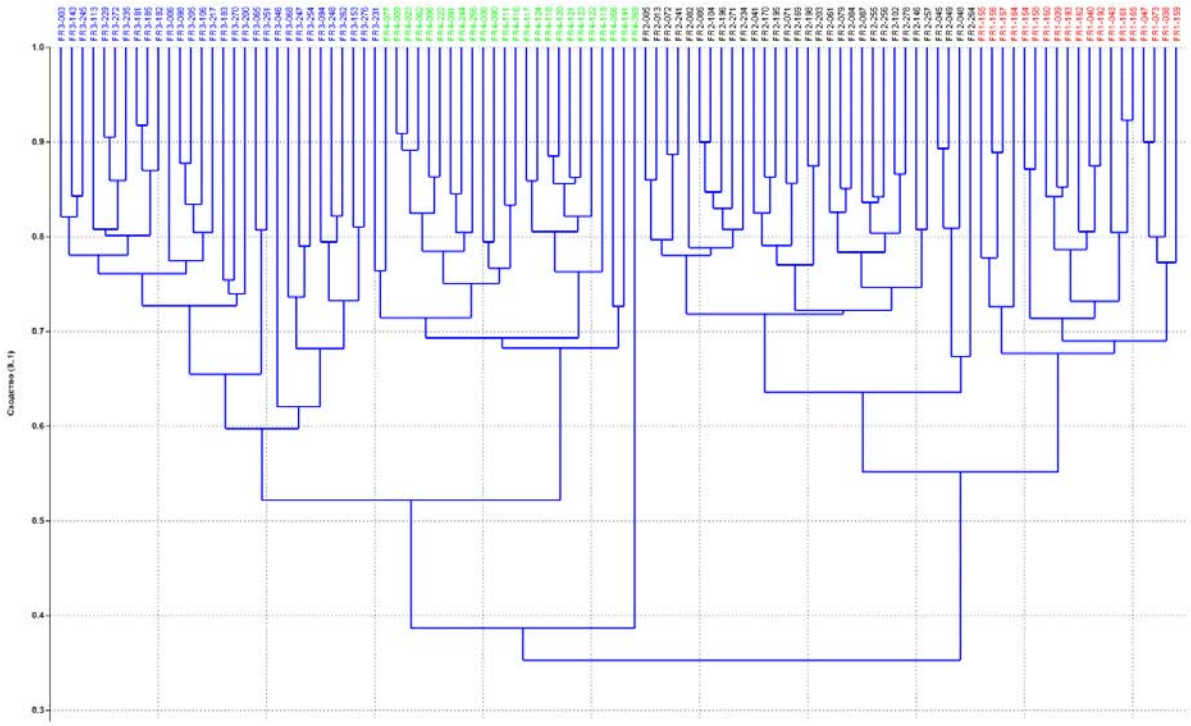


Рис. 13. Дендрограмма сходства модельных описаний, релятивизированная мера сходства Съёренсена по абсолютному спектру 120 градаций фактора увлажнения, UPGMA, пояснения – в тексте.

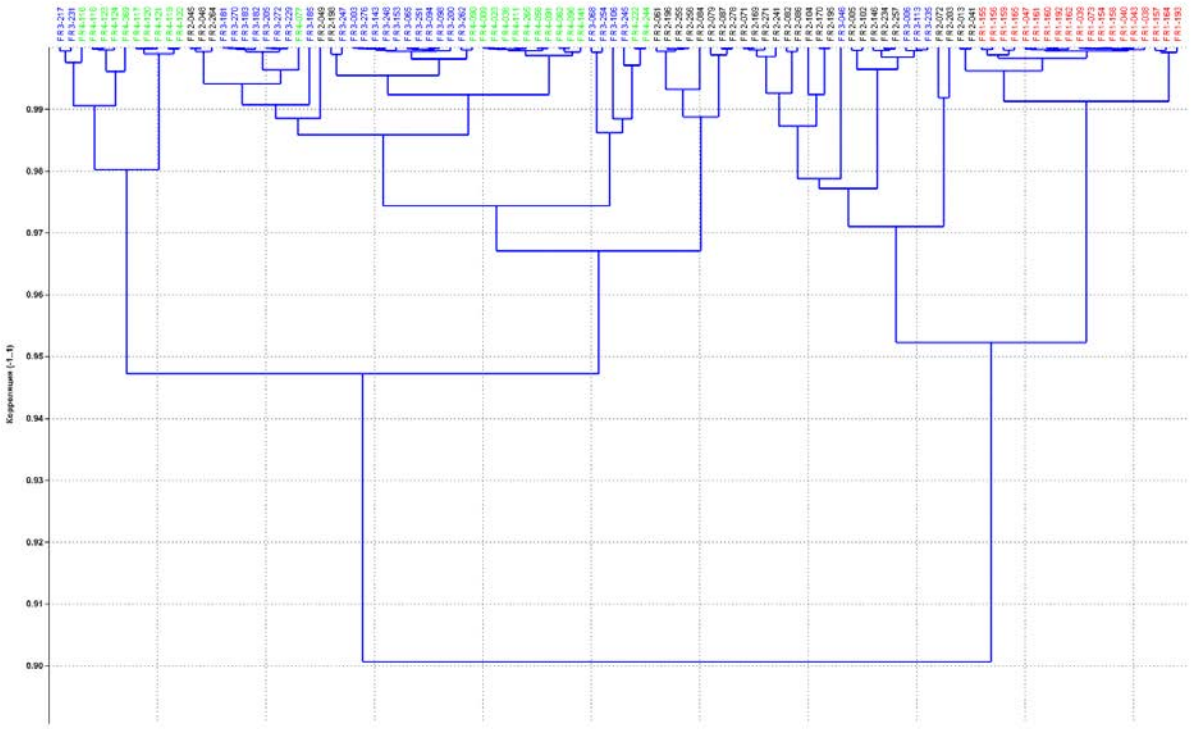


Рис. 14. Дендрограмма сходства модельных описаний, коэффициент корреляции Спирмена по взвешенному спектру 120 градаций фактора увлажнения, UPGMA, пояснения – в тексте.

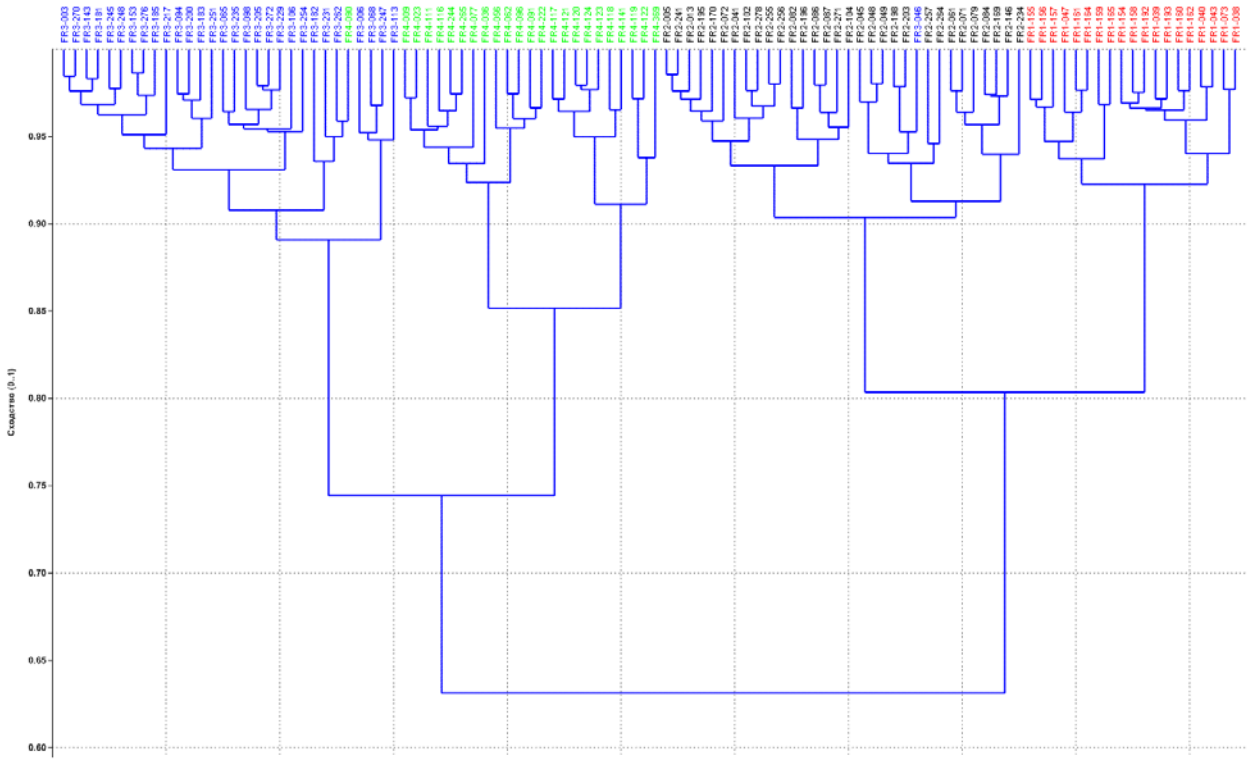


Рис. 15. Дендрограмма сходства модельных описаний, релятивизированная мера сходства Съёренсена по взвешенным градиентным профилям описаний по фактору увлажнения, UPGMA, пояснения – в тексте.

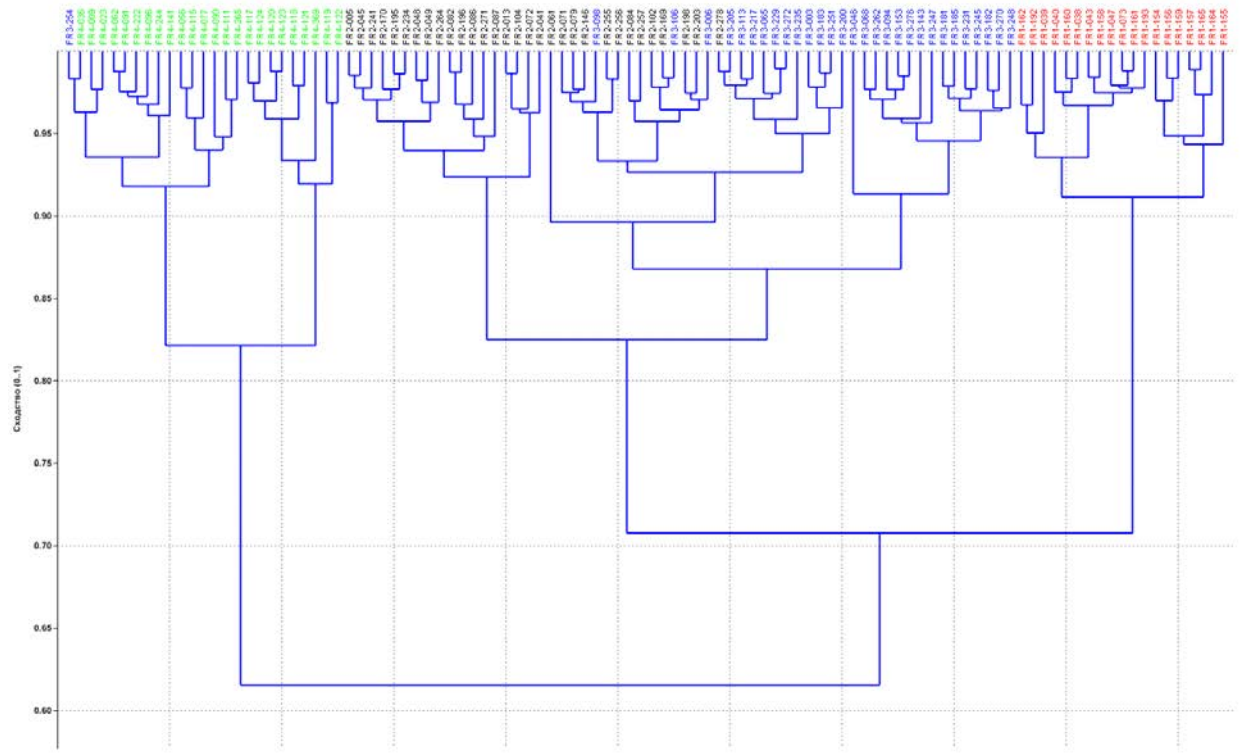


Рис. 16. Дендрограмма сходства модельных описаний, релятивизированная мера сходства Съёренсена по взвешенным градиентным профилям описаний по фактору богатства и засоления, UPGMA, пояснения – в тексте.

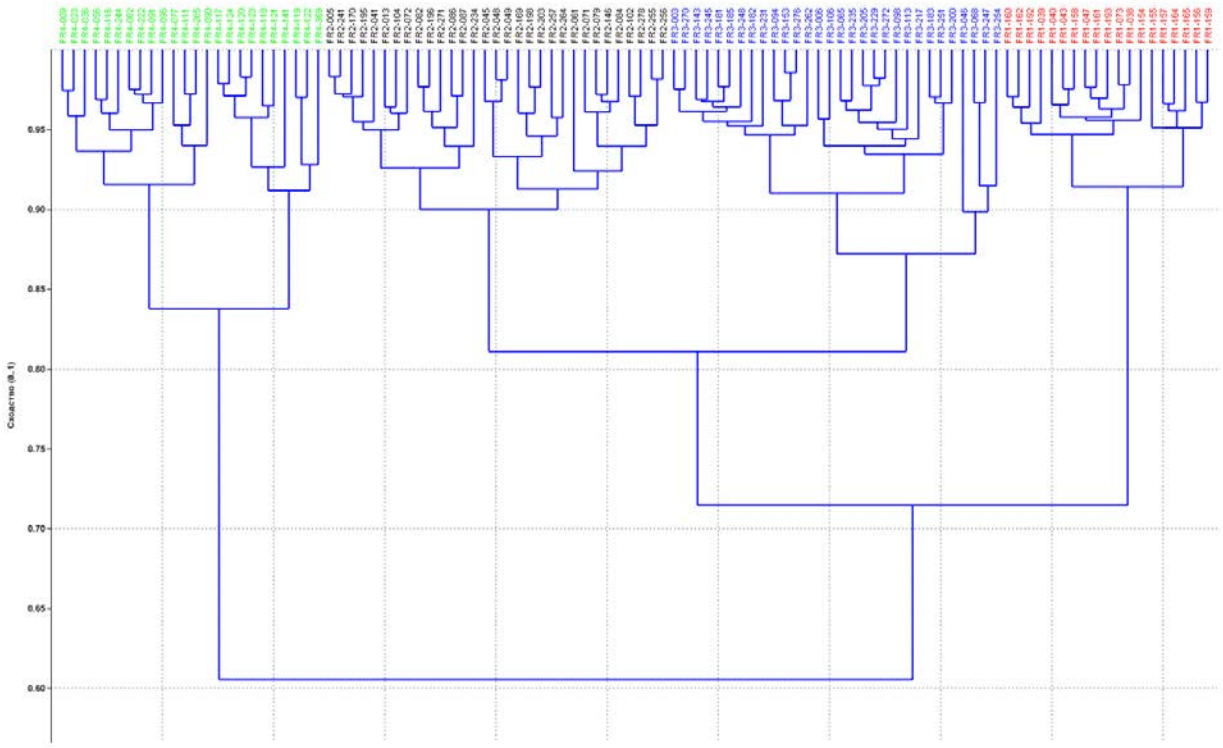


Рис. 17. Дендрограмма сходства модельных описаний, средняя (по двум факторам увлажнения и богатства–засоления) релятивизированная мера сходства Съёренсена по взвешенным градиентным профилям описаний, UPGMA, пояснения – в тексте.

Очевидно, что ни один из методов не может обеспечить "идеальную" схему классификации модельных описаний и не может быть рекомендован как единственно правильный. Несомненно, этот факт есть отражение объективной картины существования фитоценотического континуума, которая проявляется даже после удаления из массива явно экотонных описаний. Методы, основанные на опосредованном (через фитоиндикационные шкалы) использовании экологической информации в нашем примере дают лучшие результаты, но требуют от исследователя знания роли ведущих абиотических факторов в дифференциации растительности, тем более что при этом необходимо учитывать многомерность и сильную взаимообусловленность всего комплекса факторов среды (см. обзор Г.С. Розенберга [54]).

Данной работой мы хотели бы обратить внимание фитоценологов на перспективность подходов, использующих индикационные свойства растений для сравнительного анализа растительности, которые могут стать полезным дополнением к ординационным методам, основанным на различных вариантах факторного анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д.* Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности. М.: Финансы и статистика, 1989. 607 с.
2. *Василевич В.И.* Статистические методы в геоботанике. Л.: Наука, 1969. 232 с.
3. *Василевич В.И.* Количественные методы изучения структуры растительности // Итоги науки и техники. Ботаника. Т. 1. М.:, 1972. С. 7–83.

4. *Булохов А.Д.* Экологическая оценка среды методами фитоиндикации. – Брянск: Изд-во БГПУ, 1996. 104 с.

5. *Булохов А.Д.* Фитоиндикация и ее практическое применение. Брянск: Изд-во БГУ, 2004. 245 с.

6. *Гайдышев И.П.* Программное обеспечение анализа данных AtteStat. Руководство пользователя. Версия 13. 504 с. [Электрон. ресурс]. URL: http://attestatsoft.narod.ru/download/AtteStat_manual.pdf (дата обращения: 16.08.2012).

7. *Голуб В.Б., Добрачев Ю.П., Пастушенко Н.Ф., Яковлева Е.П.* О способах оценки экологических условий местообитании по шкалам Л.Г. Раменского // Научные доклады Высшей школы. Биологические науки. 1978. № 7. С. 131–136.

8. *Грейг-Смит П.* Количественная экология растений. М.: Мир, 1967. 359 с.

9. *Дюран Б., Оделл П.* Кластерный анализ. М.: Статистика, 1977. 128 с.

10. *Зверев А.А.* О создании региональных фитоиндикационных шкал // Материалы 44 студенческой научной конференции Томск: Изд-во Томского гос. ун-та, 1990. С. 72.

11. *Зверев А.А.* Применение коэффициентов экологического согласия в численных методах исследования растительного покрова // Проблемы изучения растительного покрова Сибири. Томск: Изд-во Томского гос. ун-та, 1995. С. 233–235.

12. *Зверев А.А.* Сравнительный анализ флор с помощью компьютерной системы IBIS // Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики. СПб: НИИХ СПбГУ, 1998. С. 284–288.

13. *Зверев А.А.* Информационные технологии в исследованиях растительного покрова: Учебное пособие. Томск: Изд-во "ТМЛ-Пресс", 2007. 304 с.

14. *Зверев А.А.* Фитоиндикационный анализ: компьютерный подход // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Барнаул: РПИК "АРТИКА", 2009. С. 344–347.

15. *Зверев А.А.* Использование классов эквивалентности и фактор-множеств в анализе ботанических данных // Сибирский экологический журнал. 2012. № 2. С. 221–230.

16. *Зверев А.А., Бабешина Л.Г.* Оценка условий местообитаний сфагновых мхов Западно-Сибирской равнины по ведущим экологическим факторам: материалы и методические подходы // Вестник Том. гос. ун-та. 2009. № 325. С. 167–175.

17. *Зубкова Е.В., Ханина Л.Г., Грохлина Т.И., Дорогова Ю.А.* Компьютерная обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам с помощью программы EcoScaleWin: Учебное пособие. Йошкар-Ола: МарГУ, 2008. 96 с.

18. *Жукова Л.А.* Методология и методика определения экологической валентности, стеноэврибионтности видов растений // Методы популяционной биологии: Сборник материалов VII Всерос. популяционного семинара. Сыктывкар, 2004. Ч. 1. С. 75–76.

19. *Жукова Л.А., Дорогова Ю.А., Турмухаметова Н.В. и др.* Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений. Йошкар-Ола: Мар. гос. университет, 2010. 368 с.

20. *Журавлева Е.Н., Ипатов В.С.* Взаимоотношения видов растений в заболоченных сосновых лесах Северо-Запада России. I. Влияние экологических факторов, формируемых древостоем, на виды мохового и травяно-кустарничкового яруса // Бот. журн. 2005. Т. 90. № 5. С. 702–712.

21. *Журавлева Е.Н., Ипатов В.С.* Взаимоотношения видов растений в заболоченных лесах Северо-Запада России. II. Альтернативная изменчивость // Бот. журн. 2005. Т. 90. № 10. С. 1486–1498.

22. *Ильминских Н.Г.* Флорогенез в условиях урбанизированной среды (на примере городов Вятско-Камского края) // Автореф. дис. … докт. биол. наук. Санкт-Петербург, 1993. 35 с.

23. *Ипатов В.С., Кирикова Л.А.* Фитоценология: Учебник. СПб: Изд-во СПбГУ, 1997. 316 с.

24. Классификация и кластер / Под ред. Дж. Вэн Райзина. М.: Мир, 1980. 390 с.

25. *Клещева Е.А.* Использование экологических шкал для индикации современного состояния лесных сообществ // Экология. 2007. № 2. С. 104–110.

26. *Комарова Т.А., Ащепкова Л.Я.* Разработка региональных экологических шкал и использование их при классификации лесов с участием сосны корейской // Комаровские чтения. Владивосток, 2000. Вып. 46. С. 7–72.

27. *Комарова Т.А., Прохоренко Н.Б.* Региональные экологические шкалы и использование их при классификации лесов п-ова Муравьев-Амурский // Ботанический журнал. 2001. Т. 86. №. 7. С. 101–114.

28. *Комарова Т.А., Тимощенкова Е.В., Прохоренко Н.Б.* и др. Региональные экологические шкалы для лесной растительности Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2003. 277 с.

29. *Королюк А.Ю.* Экологические оптимумы растений юга Сибири // Бот. иссл. Сибири и Казахстана. Барнаул-Кемерово, 2006. Вып. 12. С. 3–28.

30. *Королюк А.Ю.* Использование экологических шкал в геоботанических исследованиях // Актуальные проблемы геоботаники: III Всерос. шк.-конф. Лекции. Петрозаводск: КарелНЦ РАН, 2007. С. 176–197.

31. *Королюк А.Ю.* Подходы к анализу структуры растительного покрова ландшафтов с пересеченным рельефом // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14. № 1 (5). С. 1280–1283.

32. *Королюк А.Ю., Троева Е.И., Черосов М.М. и др.* Экологическая оценка флоры и растительности Центральной Якутии. Якутск: Академия, 2005. 108 с.

33. *Кривобоков Л.В.* Синтаксономическая дифференциация растительности в системе высотной поясности (на примере западного макросклона Икатского хребта, Западное Забайкалье): Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Улан-Удэ, 2003. 22 с.

34. *Кривобоков Л.В.*, *Назимова Д.И.* Высотная дифференциация растительности на западном макросклоне Икатского хребта (Восточное Прибайкалье) // География и природные ресурсы. 2011. № 1. С. 59–66.

35. *Лебедева В.Х., Тиходеева М.Ю., Ипатов В.С.* К вопросу о структуре лугового растительного сообщества // Бот. журн. 2011. Т. 96. № 1. С. 3–21.

36. *Малышев Л.И.* Синдромы в сравнительной флористике // Эволюционная биология: Материалы конференции "Проблема вида и видообразование". Томск: Томский госуниверситет, 2001. Т. 1. С. 190–206.

37. *Мандель И.Д.* Кластерный анализ. М.: Финансы и статистика, 1988. 176 с.

38. Методические указания по экологической оценке кормовых угодий лесостепной и степной зон Сибири по растительному покрову. М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1974. 246 с.

39. Методические указания по экологической оценке кормовых угодий тундровой и лесной зон Сибири и Дальнего Востока по растительному покрову. М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1978. 302 с.

40. *Миркин Б.М.* Теоретические основы современной фитоценологии. М.: Наука, 1985. 137 с.

41. *Миркин Б.М., Розенберг Г.С.* Фитоценология: принципы и методы. М.: Наука, 1978. 211 с.

42. *Миркин Б.М., Розенберг Г.С.* Количественные методы классификации, ординации и геоботанической индикации // Итоги науки и техники. Ботаника. М.: ВИНИТИ, 1979. Т. 3. С. 71–137.

43. *Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г.* Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 233 с.

44. *Назимова Д.И.* Секторно-зональные закономерности структуры лесного покрова (на примере гор южной Сибири и бореальной Евразии): Автореф. дисс. … докт. биол. наук. Красноярск, 1998. 50 с.

45. *Нешатаев Ю.Н.* Методы анализа геоботанических материалов: Учеб. пособие. Л.: Изд-во ЛГУ, 1987. 192 с.

46. *Песенко Ю.А.* Принципы и методы количественного анализа в фаунистиче-ских исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.

47. *Пестряков Б.Н., Черосов М.М., Ишбирдин А.Р., Гоголева П.А.* Гемеробиальность растительных сообществ Якутии (опыт корректировки методики) // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы: мат. Всерос. науч. конф. Санкт-Петербург, 2011. Т. 2. С. 436–439.

48. *Прокопьев Е.П.* Экология растений (особи, виды, экогруппы, жизненные формы): Учебник для биологических факультетов вузов. Томск: Томский гос. университет, 2001. 340 с.

49. *Пяк А.И.* Флора юго-востока Томской области: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Томск, 1992. 16 с.

50. *Пяк А.И., Зверев А.А.* Опыт сравнительного анализа локальных флор с помощью прикладного статистического пакета BIOSTAT // Бот. журн. 1997. Т. 82. № 5. С. 64–75.

51. *Раменский Л.Г.* Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938. 620 с.

52. *Раменский Л.Г.* Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л.: Наука, 1971. 335 с.

53. *Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А.* Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.

54. *Розенберг Г.С.* Статистические методы в фитоценологии на рубеже тысячелетий (к 50-летию выхода монографии П. Грейг-Смита) // Актуальные проблемы геоботаники: III Всерос. шк.-конф. Лекции. Петрозаводск: КарелНЦ РАН, 2007. С. 72–116.

55. *Селедец В.П.* Метод экологических шкал в ботанических исследованиях на Дальнем Востоке России. Владивосток: Дальнаука, 2000. 245 с.

56. *Селедец В.П.* Концепция экологического ареала вида в ботанических исследованиях на Дальнем Востоке России // Бюлл. Ботан. сада-института ДВО РАН. 2010. Вып. 7. С. 23–38.

57. *Селедец В.П.* Экологические шкалы для ботанических исследований в муссонном климате Дальнего Востока России // Бюлл. Ботан. сада-института ДВО РАН. 2010. Вып. 7. С. 39–82.

58. *Селедец В.П., Пробатова Н.С.* Экологический ареал вида у растений. Владивосток: Дальнаука, 2007. 98 с.

59. *Семкин Б.И.* О теоретико-множественных методах изучения растительных сообществ // Тез. докл. V делегат. съезда ВБО. Киев, 1973. С. 210–211.

60. *Смирнов В.Э., Ханина Л.Г., Бобровский М.В.* Обоснование системы эколого-ценотических групп видов растений лесной зоны Европейской России на основе экологических шкал, геоботанических описаний и статистического анализа // Бюлл. МОИП. Сер. Биологическая. 2006. Т. 111. № 2. С. 36–47.

61. *Смирнов В.Э., Ханина Л.Г., Бобровский М.В., Глухова Е.М.* Развитие системы эколого-ценотических групп видов сосудистых растений для северной и средней тайги Европейской России на основе многомерных статистических методов // А.В. Славгородский (ред.). Гидрофильный компонент в науке о растительности. Воронеж: Воронежский гос. ун-т. 2006. С. 57–67.

62. *Толмачев А.И.* О количественной характеристике флор и флористических областей // Труды Северной базы АН СССР. / Отв. ред. В.Л. Комаров. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1941. Вып. 8. 38 с.

63. *Троева Е.И., Зверев А.А., Королюк А.Ю., Черосов М.М.* Экологические шкалы флоры и микобиоты Якутии / Флора Якутии: географические и экологические аспекты / Отв. ред. А.А. Егорова. Новосибирск: Наука, 2010. С. 114–150.

64. *Холод С.С.* Ординация растительности острова Врангеля: подходы к исследованию // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы: Материалы Всероссийской конференции. СПб, 2011. Т. 2. С. 489–492.

65. *Цаценкин И.А.* Экологические шкалы для растений пастбищ и сенокосов горных и равнинных районов Средней Азии, Алтая и Урала. Душанбе: Дониш, 1967. 226 с.

66. *Цаценкин И.А.* Экологическая оценка кормовых угодий Кавказа по растительному покрову. М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1968. 208 с.

67. *Цаценкин И.А.* Экологическая оценка кормовых угодий Карпат и Балкан по растительному покрову. М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1970. 250 с.

68. *Цаценкин И.А., Касач А.Е.* Экологическая оценка пастбищ и сенокосов Памира по растительному покрову. Душанбе: Дониш, 1970. 94 с.

69. *Цыганов Д.Н.* Экоморфы флоры хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1976. 59 с.

70. *Цыганов Д.Н.* Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 196 с.

71. *Шагиев Б.Р.* Вероятностная оценка пула видов растительных сообществ на основе региональных экологических шкал: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Казань, 2012. 21 с.

72. *Шитиков В.К., Зинченко Т.Д., Розенберг Г.С.* Макроэкология речных сообществ: концепции, методы, модели. Тольятти: Кассандра, 2011. 255 с.

73. *Шмидт В.М.* Статистические методы в сравнительной флористике. Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. 176 с.

74. *Шмидт В.М.* Математические методы в ботанике: Учебное пособие. Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. 288 с.

75. *Юрцев Б.А., Семкин Б.И.* Изучение конкретных и парциальных флор с помощью математических методов // Бот. журн. 1980. Т. 65. № 12. С. 1706–1718.

76. *Bray J.R., Curtis J.T.* An ordination of the Upland Forest of the Southern Wisconsin // Ecological Monographs. 1957. Vol. 27. N. 4, p. 325–349.

77. *Clarke K.R., Ainsworth M.* A method of linking multivariate community structure to environmental variables // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1993. Vol. 92. P. 205–219.

78. *Czekanowski J.* "Coefficient of racial likeness" und "durchsehnittliche Differenz" // Anthropologischer Anzeiger. 1932. Bd. 9. S. 227–249.

79. *De Candolle A.* Géographie botanique raisonnée ou exposition des faits principaux et des lois concernant la distribution géographique des plantes de l'époque actuelle. Paris: V. Masson; Genève: J. Kessman, 1855–1856. Vols. 1–2. 1365 p.

80. *Dice L.R.* Measures of the amount of ecologic association between species. // Ecology. 1945. Vol. 26. N. 3. P. 297–302.

81. *Didukh Ya.P.* The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Kyiv: Phytosociocentre, 2011. 176 p.

82. *Ellenberg H., Weber H.E., Dull R. et al.* Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa // Scripta Geobotanica. 1991. Bd. 18. Göttingen: Verlag Erich Goltze GmbH & Co. 248 s.

83. *Fechner G.T.* Kollektivmasslehre / G.F. Lipps, Ed. Leipzig: Engelmann, 1897. 484 p.

84. *Frank D., Klotz S.* Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. Halle, 1990. 167 p.

85. *Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D.* PAST: Palaeontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. Vol. 4(1). P. 1–9.

86. *Hennekens S.M., Schaminee J.H.J.* Turboveg, a comprehensive database management system for vegetation data // Journal of Vegetation Science. 2001. N. 12. P. 589–591.

87. *Hill M.O.* TWINSPAN – A FORTRAN program of for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes. NY: Cornell University, 1979. 90 p.

88. *Hill M.O., Šmilauer P.* TWINSPAN for Windows version 2.3. Centre for Ecology and Hydrology & University of South Bohemia, Huntingdon & České Budě-jovice, 2005. 29 p.

89. *Hundt R.* Ökologisch-geobotanische Untersuchungen an Pflanzen der mitteleuropäischen Wiesenvegetation // Botanische Studien. 1966. № 16. Jena: VEB G. Fischer Verlag. S. 1–176.

90. *Hutchinson G.E.* Concluding remarks // Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology. 1957. N. 22. P. 415–427.

91. *Hutchinson G.E.* The niche: an abstractly inhabited hypervolume // The Ecological Theater and the Evolutionary Play / Hutchinson G.E. (ed.). New Haven: Yale University Press, 1965. P. 26–78.

92. *Jalas J.* Hemerobe und hemerochore Pflanzenarten. Ein terminologischer Reformversuch // Acta Soc. Fauna Flora Fenn. 1955. Vol. 72 (11). P. 1–15.

93. *Jongman R.H.G., ter Braak C.J.F., van Tongeren O.* Data analysis in community and landscape ecology. Wageningen: Pudoc, 1987. 299 p.

94. *Kendall M.G.* A new measure of rank correlation // Biometrika. 1938. Vol. 30. Pt. 1. P. 81–93.

95. *Klotz S.* Phytoökologishe Beiträge zur Charakterisierung und Gliederung urbaner ökosysteme, dargestelit am Beispiel der StäHalle und Halle-Neustadt. Diss. Mskr. Halle, 1984.

96. *Kunick D.* Zonierung des Stadtgebietes von Berlin (West). Ergebnisse floristischer Untersuchungen // Landschaftsentwicklung und Umweltforschung. 1982. N. 14. S. 1–164.

97. *Landolt E.* Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora // Veröff. Geobot. Inst. der Eidgen. Techn. Hochschule, Zürich, 1977. Vol. 64. P. 1–208.

98. *Landolt E., Bäumler B., Erhardt A. et al.* Flora Indicativa: Okologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Haupt Verlag AG, 2010. 376 p.

99. *McCune B., Grace J.B.* Analysis of ecological communities. Gleneden Beach: MjM Software, 2002. 304 p.

100. *Pearson K.* Notes on the history of correlation // Biometrika. 1920. Vol. 3 P. 25–45.

101. *Sneath R.H.A., Sokal R.R.* Numerical taxonomy: The principles and practice of numerical classification. San Francisco: W.H. Freeman Publ., 1973. 573 p.

102. *Sokal R.R., Michener C.D.* A statistical method for evaluating systematic relationships // University of Kansas Science Bulletin. 1958. Vol. 38. P. 1409–1438.

103. *Sørensen T.* A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons // Biologiske Skrifter. 1948. Bd. 5. N. 4. S. 1–34.

104. *Spearman C.* The proof and measurement of association between two things // Amer. J. Psychol. 1904. Vol. 15. N. 1. P. 88–96.

105. *Sukopp H.* Der Einfluss des Menschen auf die Vegetation // Vegetatio. 1969. Vol. 17. P. 360–371.

106. *Xu R., Wunsch D.C.* Clustering. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2009. 358 p.

107. *Zólyomi B., Baráth Z., Fekete G. et al.* Einreihung von 1400 Arten der ungarischen Flora in ökologische Gruppen nach TWR-Zahlen // Fragm. bot. 1966. Vol. 4. S. 101–142.

COMPARATIVE ANALYSIS OF VEGETATION USING INDICATOR VALUES

© 2012 A.A. Zverev

Tomsk State University, Tomsk

Variants of mediate classification of plant communities using results of indicator analysis are considered. Methods of calculation of (dis)similarity matrices for further use in cluster analysis on the base of average phytocoenotic statuses of communities and creation of their ecological spectra are described. The new method of comparison of gradient profiles reflecting probabilistic ecological parameters of lists of taxa is offered. Methodical constructions are illustrated with examples of similarity dendrograms of relevés of forest vegetation from Western Transbaikalia representing 2 classes and 4 unions according to syntaxonomical classification.

Keywords: *comparative analysis, indicator value scales, indicator analysis, IBIS software*

Zverev Andrei Anatolievich, Candidate of Biology, Associate Professor of chair of Botany, E-mail: ibiss@rambler.ru

УДК 581.55

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОЦЕНОК «ДОСТОВЕРНОСТИ» ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ

© 2012 В.С. Ипатов

Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

Использование вероятностных оценок достоверности данных требует соблюдения условия нормальности распределения признаков. Обычно же в ботанических материалах распределения существенно отличаются от нормального или же малое число наблюдений не позволяет установить характер распределения. В этих случаях вероятностная оценка достоверности не имеет смысла, что часто не принимается во внимание ботаниками.

Ключевые слова: *статистические методы, критерии, вероятность, распределение, достоверность*.

Меня подтолкнул к выступлению тот факт, что очень часто применяются некоторые методы биометрики без соблюдения условий их использования, что может приводить к неверным интерпретациям полученных данных.

В ботанике широко используются статистические методы и критерии. Например, такие параметры и показатели, как средняя арифметическая, разница между средними, дисперсия, коэффициент корреляции, регрессия и т.д. При этом обычно применяется оценка достоверности (существенности, значимости) критериев.

В этом случае исходными ключевыми понятиями являются генеральная совокупность и выборочная совокупность (выборка) объектов.

Под генеральной совокупностью понимаются все объекты, характеризующиеся одним и тем же признаком (признаками), интересующими исследователя и имеющими одинаковую вероятность осуществления элементарного события по этому признаку, т.е. одна генеральная совокупность однородная по исследуемому признаку. Выборка включает в себя только часть объектов генеральной совокупности. Исследователю приходится использовать выборки, а не генеральную совокупность, по ряду причин. Во-первых, можно предположить, что генеральная совокупность включает в себя неопределенно большое число объектов, поэтому их выявить и описать практически невозможно. Во-вторых, необходима предварительная оценка сходства объектов для определения правомерности отнесения их к одной и той же генеральной совокупности.

По существу, генеральная совокупность выступает как некая абстрактность. По этой причине исследователь вынужден ограничиваться только частью генеральной совокупности (выборкой), вычисляя для нее необходимые параметры (признаки) и по ним уже судить о том, что выявленные значения параметров, закономерности свойственны генеральной совокупности, или, при сравнении нескольких выборок, они относятся к одной и той же генеральной совокупности.

Правдоподобность сходства (различия) определяется уровнем вероятности. При определенных условиях вероятности суждение о сходстве признается достоверным, противоположное – не достоверным.

Применение вероятностной оценки достоверности оправдано при соблюдении четырех условий:

1. однородности выборки;
2. репрезентативности выборки;
3. нормальности частного распределения исследуемого признака;
4. установлении уровня вероятности, при котором можно считать значение параметра «достоверным».

Ипатов Виктор Семенович, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией геоботаники СПбГУ. E-mail: vsipatov@mail.ru

По определению, выборка должна быть однородна по исследуемому признаку, т.е. включать в себя объекты с определенной вероятностью осуществления элементарного события (так же как и в генеральной совокупности). Это должно выражаться, в частности, в том, что кривая распределения признака не должна быть деформирована. Нередко же кривые распределения оказываются деформированными. В качестве примера рассмотрим рисунок 1. На нем представлены кривые распределения окружности ствола в двух сосняках разного возраста. Визуально они воспринимаются деформированными. Но следует доказать эту деформированность. Анализ показал, что если не принимать во внимание эти деформации, они могут быть отнесены к случайным распределениям типа I Пирсона. Для них наблюдается следующая закономерность: отношение частот при движении слева направо каждой предыдущей к последующей монотонно увеличивается. У представленных кривых эта закономерность дважды нарушается, что позволяет предположить объединение в выборке трех однородных совокупностей. Соответственно, распределение каждой из выборок удалось разложить на три недеформированных совокупности (рис. 2). Наличие этих деформаций подтвердило, что в выборке объединены качественно различающиеся господствующие, индетерминантные (с неопределенной тенденцией хода роста) и угнетенные деревья. В частности, этот факт подтвердил гипотезу о конкуренции как непропорциональном потреблении между растениями ресурсов среды при их дефиците, приводящей к дифференциации деревьев в древостое. Подробнее с этим вопросом можно ознакомиться в работах Ипатова В. С. [2, 3, 4, 5]; Ипатова В. С., Кириковой Л. А. [6]; Герасименко Г. Г., Ипатова В. С. [1]. Я рассмотрел пример с неоднородными выборками, чтобы обратить внимание на то, что сам по себе анализ распределения может выявить интересную информацию.

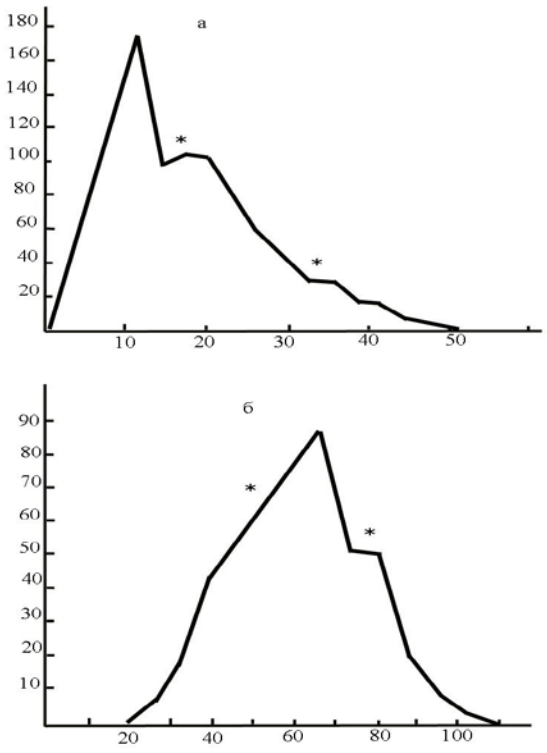


Рис. 1. Эмпирические распределения деревьев по окружности ствола в древостоях

По оси абсцисс – окружность ствола; по оси ординат – частота * - деформации; а – сосняк, 30-35 лет; б – сосняк, 85-90 лет

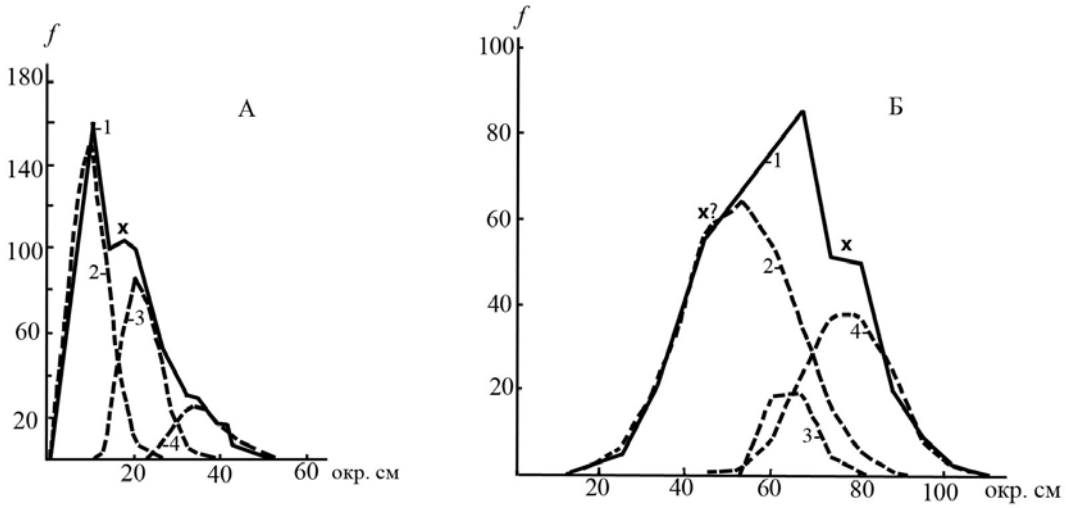


Рис. 2. Разложение кривой распределения на однородные совокупности

А - сосняк лишайниково-зеленомошный, 30-35 лет, I-II бонитет; Б - сосняк чернично-зеленомошный, 85-90 лет, III бонитет; 1 – общая выборка; 2 – господствующие деревья; 3 – индетерминантные деревья; 4 – угнетенные деревья

Репрезентативный сбор данных особых трудностей не вызывает (случайный отбор, регулярный отбор). Проблема заключается в другом. Выборка может считаться представительной только для той совокупности объектов, из которой она взята, или скажу по-другому, из совокупности, которая доступна для исследования, а не для всех объектов данного рода (не всей реальной генеральной совокупности). Это означает, что частные пропорции значений признака в неохваченной выборочным процессом части «генеральной» совокупности могут отличаться от выборочной совокупности. Значит, распределение значений признака может также быть другим, чем в выборке. Поэтому, строго говоря, приписывать закономерности, выявленные в выборке, всей генеральной совокупности неосмотрительно. Выход только один: повторять сбор исходных данных и в других частях генеральной совокупности.

Главное, чему собственно и посвящена лекция, заключается в том, что применение вероятностной оценки оправдано только в тех случаях, когда исследуемые варьирующие признаки в выборке соответствуют нормальному случайному распределению (рис. 3, ж) или не слишком от него отличаются. При этом насколько допустимо отклонение от нормального распределения объективно не установлено. Но очевидно, что чем больше выборочное распределение отличается от нормального, тем менее надежна оценка вероятности, и, тем самым, и достоверность.

По этой причине некоторые журналы вполне обоснованно требуют при использовании вероятностных оценок в указанном выше смысле подтверждения нормальности распределения. Перечень требований при использовании статистических методов (включая проверку нормальности распределения) приведен в электронном журнале «Биометрика» (www.biometrica.tomsk.ru). Отмечу, что в ботанических работах обычно не проверяется выборка на нормальность распределения. В этих случаях суждения о достоверности (недостоверности) становится ненадежными.

Хочу обратить внимание и на то, что общепринятые пороги вероятности 0.95, 0.99 не более чем договоренность, и не имеют под собой объективных обоснований. Это приводит к тому, что например, при различии двух средних с вероятностью 0.80, они не считаются различающимися, или коэффициент корреляции с вероятностью 0.85 трактуется как отсутствие корреляции и т.п. На самом деле, такой вывод должен сопровождаться не только обоснованием, не только формальным порогом, но и анализом по существу, поиском ответа на вопрос почему?

И не задать ли себе вопрос – может быть, имеет смысл удовлетвориться такой меньшей вероятностью. На это справедливо обратил внимание Дж. У. Снедекор [8].

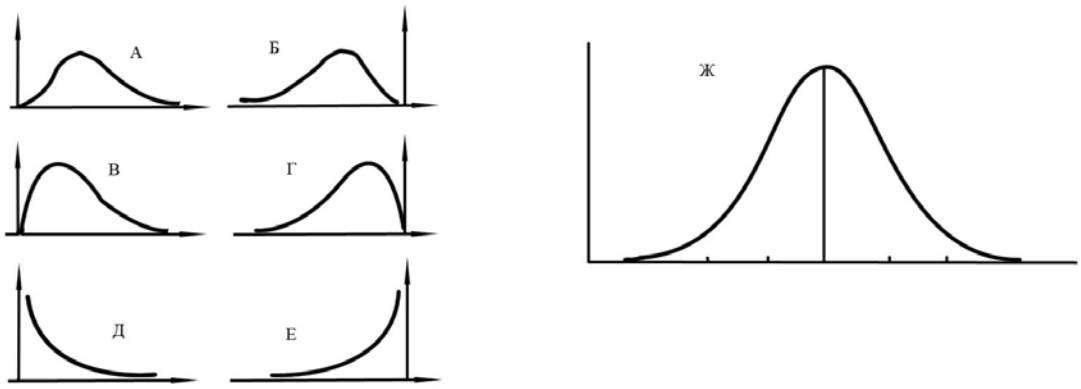


Рис. 3. Примеры кривых теоретического случайного распределения
По оси абсцисс – значения признака; по оси ординат – частота

Нормальное распределение в качественно однородной совокупности образуется, когда вероятность появления элементарного события (исследуемого признака) составляет 0.5. По определению нормальное распределение является случайным. Очевидно, случайных распределений в качественно однородных совокупностях может быть много при вероятности элементарного события, отличающегося от 0.5. Более того, сама эта вероятность может зависеть от значения признака.

С разнообразием кривых случайных распределений можно ознакомиться в книге А. К. Митропольского [7] (см. кривые Пирсона). На рис. 3 приведены некоторые из них.

Реально на практике нормальные распределения встречаются не чаще, чем иные типы распределений.

Приведу цитату из книги Дж. Эдни Юла и М. Дж. Кендэла. «Читатель может с полным основанием спросить, – говорил Карл Пирсон, - не является ли возможным найти материал, подчиняющийся в пределах вероятных границ нормальному закону? Да, отвечу я, но этот закон не есть всеобщий закон природы. Мы должны охотиться за подобными случаями». И далее: «Как однажды сказал мне М. Липпманн (Lippmann), - пишет Пуанкаре в своем «Исчислении вероятностей» (Calcul des Probabilites), - все верят в закон ошибок: экспериментаторы – потому что принимают его за математическую теорему, а математики – потому что принимают его за экспериментально доказанный факт» [9] (с. 225).

Примеры из моей с сотрудниками практики приведены на рисунке 4. Полагаю, что распределения большинства видов при оценке проективного покрытия или фитомассы на небольших площадках в пределах фитоценоза не только отклоняются от нормального распределения, но принципиально отличаются от него. Кроме того, эмпирическое распределение признаков в выборке может не соответствовать вообще теоретическому случайному распределению любого типа из-за того, что включает в себя несколько распределений, образованных качественно различающимися совокупностями (хотя и по одному и тому же признаку).

Такие распределения приведены на рисунке 4. Деформации кривых распределения отмечены звездочкой. Причины образования качественно различающихся совокупностей (казалось бы, в однородном материале) не всегда понятны и требуют специального анализа. Вообще сам по себе анализ эмпирического распределения может дать интересную информацию, о чем говорилось ранее.

Иногда, при значительном отклонении от нормального распределения, предлагается трансформировать его в нормальное, используя, например, логарифмическую шкалу или извлекая из значений признака квадратный корень и т.п. Теоретически возможны для этого разнообразные алгоритмы.

Однако при такой трансформации признак переводится в иную размерность. Например, если исследуется площадь, при извлечении квадратного корня она превращается в грубый эквивалент длины, а это уже иная сущность, иной признак. К тому же нельзя утверждать, что уровень достоверности (значимости) параметра в трансформированном распределении совпадает с таковым в исходном распределении.

Для скошенных кривых распределения нередко применяется непараметрический критерий. Однако при этом сравниваются не конкретные критерии, а центральные тенденции, выражающиеся в основном медианами. При этом следует иметь в виду, что медиана может существенно отличаться от средней. Следует отметить, что медиана интересный параметр, при некоторых исследованиях она оказывается более эффективной, чем средняя.

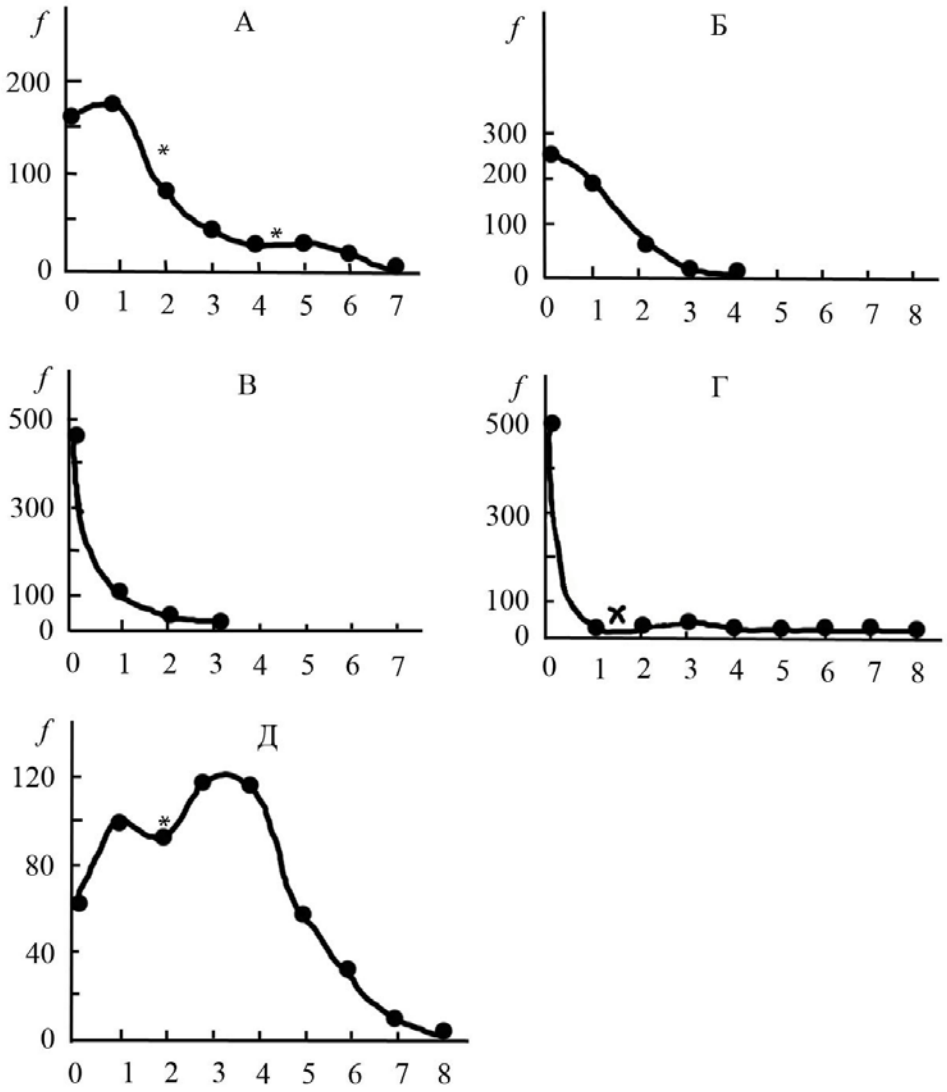


Рис. 4. Эмпирические распределения проективного покрытия видов (по данным 580 площадок размером 0.25м^2 на пробной площади дубравы)

По оси абсцисс – проективное покрытие вида, по оси ординат – частота * - деформация кривой; А – *Carex pilosa*, Б – *Orobus vernus*, В – *Ranunculus cassubicus*, Г – *Mercurialis perennis*, Д – *Aegopodium podagraria*

Очень часто используются малые по численности выборки. Для них проверить нормальность распределения невозможно. И все же применяются критерии достоверности, несмотря на то, что такие оценки неопределенны, и использовать их не имеет смысла.

Следует подчеркнуть, что ограничения нормальностью распределения не служат препятствием для использования статистических методов, критериев (вычисленных параметров) для характеристики объектов исследования при любом распределении и в малых выборках.

В этих случаях надежность результатов, полученных в одной выборке, их правдоподобность могут подтверждаться при использовании фундаментального научного принципа – воспроизводимости (повторяемости) результатов, получаемых в других выборках на аналогичных объектах. При этом следует иметь в виду, что речь идет не о точном совпадении численных значений критериев (параметров) – это наблюдается редко, - а о повторяемости закономерностей. Простой пример, опять же со средними. При сравнении двух средних интерес может представлять то, имеется ли между ними различие. Если при повторных исследованиях разница обнаруживается, и с тем же знаком, то очевидно можно утверждать об их различии. При этом, разумеется, может быть вычислена и вероятность их различия (вообще вероятность события). Достаточна ли она, должен решать сам исследователь. Например, проведено 20 «испытаний» и в 3-х случаях закономерность, обнаруженная в 17 «испытаниях», не подтверждается. Очевидно, что вероятность подтверждения результатов составляет 85%. Достаточно ли это значение вероятности для заключения о закономерности, должен решать сам исследователь. Очень важно попытаться выявить причину отклонений. Если они будут выявлены, то подтверждается поговорка: «отклонения подтверждают правило».

В заключение, опираясь на свой преподавательский опыт, хочу высказать совет начинающим исследователям. При выборе критериев необходимо разобраться в их содержании, ограничениях, условиях их применения и соответствии поставленным задачам. Без этого возможны серьезные ошибки в интерпретации полученных результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасименко Г. Г., Ипатов В. С. Анализ распределения видов как метод классификации растительности // Бот. журн. 1980. Т. 65. № 5. С. 717-724.

2. Ипатов В. С. Некоторые аспекты общественной жизни растений // Вестник Ленингр. Ун-та. 1967. Сер. 3. № 15. С. 97-106.

3. Ипатов В. С. Дифференциация древостоя. I. // Вестник Ленингр. Ун-та. 1968. Сер. 3. № 21. С. 59-68.

4. Ипатов В. С. Дифференциация древостоя II. Выявление деформаций у кривых распределения деревьев по толщине // Вестник Ленингр. Ун-та. Сер. 3. 1969. № 15. С. 44-53.

5. Ипатов В. С. Дифференциация древостоя. Разложение кривых распределения деревьев по толщине на составляющие // Вестник Ленингр. Ун-та. 1970. Сер. 3. № 3. С. 66-77.

6. Ипатов В. С., Кирикова Л. А. Фитоценология. СПб, Изд-во Санкт-Петербургского ун-та. 1997, 1999. 316 с.

7. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. М., Наука. 1971. 576 с.

8. Снедекор Дж. У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. М., Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов. 1961. 503 с.

9. Юл Дж.Эдни, Кендэл М. Дж. Теория статистики. М., Госстатиздат ЦСУ. 1960. 779 с.

ON THE USE OF ESTIMATES OF "AUTHENTICITY" IN THE STUDY OF QUANTITATIVE PATTERNS

© 2012 V.S. Ipatov

St-Petersburg State University

The use of probabilistic estimates of the reliability of data requires compliance with the conditions of normal distribution characteristics. Usually in the distribution of botanical materials are substantially different from a normal or a small number of observations can not determine the nature of the distribution. In these cases, the probabilistic assessment of the reliability does not make sense that it is often not taken into account by botanists.

Keywords: *statistical methods, criteria, probability, distribution, reliability.*

Ipatov Viktor Semyonovich, Sc. D., professor, head of the Laboratory of Geobotany of St. Petersburg State University. E-mail: vsipatov@mail.ru

УДК [581.6:581.55]:470.57

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКОЛОГО-ФЛОРИСТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СТРАТЕГИИ НЕИСТОЩИТЕЛЬНОГО РЕСУРСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)

© 2012 Н.И. Федоров[1], С.Н. Жигунова[1], О.И. Михайленко[2]

[1] Институт биологии УНЦ РАН, г. Уфа
[2] Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа

Рассмотрено использование результатов эколого-флористической классификации для разработки экспресс-оценки продуктивности лекарственных видов растений в растительных сообществах, а также для подбора мест заготовок и оценки необходимости нормирования сбора этих видов. Сформулированы критерии оценки ресурсного статуса, позволяющие унифицировать подходы к организации неистощительного использования лекарственной флоры Южного Урала.

Ключевые слова: *лекарственные растения, растительное сырье, Южный Урал*

В настоящее время наблюдается устойчивое увеличение спроса на БАДы, медицинские и косметические препараты на основе растительного лекарственного сырья. При этом наблюдается не только увеличение объема заготовок традиционно используемых лекарственных видов трав, но и вовлечение в ресурсное использование новых видов. Так, если в середине 20 века в Республике Башкортостан (РБ) заготавливалось около 60-70 видов, то сейчас собирается и реализуется около 200 видов лекарственных растений. Это обусловливает необходимость разработки гибкой стратегии неистощительного использования растительных ресурсов, учитывающей спрос на уже используемые виды и новые, вовлекаемые в ресурсное использование лекарственные виды растений. Для формирования такой стратегии требуется оценка необходимости нормирования заготовки конкретных лекарственных видов, синтаксономический и пространственно-территориальный подбор мест для заготовок и прогноз объемов допустимого ежегодного сбора. При этом необходимо максимальное использование всех данных о биологии видов, их распространении в растительных сообществах, изменении участия в составе растительных сообществ в ходе антропогенных сукцессионных смен и закономерностей распространения растительных сообществ с участием этих видов. Большая часть этих сведений может быть получена при анализе баз данных геоботанических описаний, выполненных для характеристики растительных сообществ в регионе, для которого разрабатывается система рационального использования лекарственной флоры. Наиболее приемлемо использование результатов эколого-флористической классификации, так как она более формализована и в ней для характеристики растительных сообществ используются полные геоботанические описания.

В данном сообщении мы рассмотрим опыт использования результатов эколого-флористической классификации для разработки экспресс-оценки продуктивности лекарственных видов растений в растительных сообществах, подбора мест их заготовок, а также оценке необходимости нормирования сбора этих видов.

Экспресс-оценка продуктивности лекарственных видов по их проективному покрытию в растительных сообществах, описанных в системе единиц эколого-флористической классификации. Традиционные методы учета продуктивности лекарственных растений в растительных сообществах трудоемки [1], и их использование при

Федоров Николай Иванович, доктор биологических наук, заведующий лабораторией экологии растительных ресурсов. E-mail: fedorov@anrb.ru; *Жигунова Светлана Николаевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии растительных ресурсов. E-mail:* zigusvet@yandex.ru; *Михайленко Оксана Ивановна, кандидат химических наук, доцент кафедры общей и аналитической химии. E- mail:* trioksan@mail.ru

оценке допустимых объемов заготовок лекарственных растений требует значительных финансовых затрат. В качестве одного из альтернативных подходов может быть использование метода оценки продуктивности лекарственных растений по их проективному покрытию [2] в сочетании с использованием баз данных о проективном покрытии видов в растительных сообществах [3]. Экспресс-оценка продуктивности была разработана для 35 видов на основе методики расчета продуктивности лекарственных растений по их проективному покрытию, с адаптацией методики для использования вместо абсолютного проективного покрытия видов их баллов обилия по шкале Браун-Бланке [4]. Для этого на предварительном этапе для каждого изучаемого вида было проанализировано его обилие в геоботанических описаниях растительных сообществ Южного Урала. Далее, в типичных для вида растительных сообществах для каждого балла обилия закладывалось по 10-15 площадок, на которых отмечалось проективное покрытие вида в процентах и брались образцы для определения продуктивности заготавливаемых частей растений. Размер закладываемых площадок для разных видов составлял от 0,25 м^2 (*Filaginella uliginosa, Viola tricolor*) до 4 м^2 (*Angelica archangelica*) и выбирался таким образом, чтобы на учетной площадке одно растение имело бы обилие не более балла «+» (т.е. проективное покрытие не более 1 %). Затем проводился регрессионный анализ линейной зависимости массы заготавливаемых частей растений вида на единицу площади от его проективного покрытия. (рис. 1, табл. 1)

При расчетах продуктивности видов в растительных сообществах использовались минимальные и максимальные значения баллов обилия в геоботанических описаниях: для балла «r» в качестве минимального и максимального значения проективного покрытия брались 0,1 % и 0,4 %, для балла «+» - соответственно 0,5 % и 0,9 %, для балла «1» - 1 % и 4,9 % и т.д. Для расчета продуктивности вида в конкретной ассоциации вычислялось среднее арифметическое максимальных и среднее арифметическое минимальных значений проективного покрытия в геоботанических описаниях (без учета описаний, в которых вид не встретился) (рис. 2). Затем по регрессионному уравнению рассчитывалась средняя максимальная и средняя минимальная продуктивность в геоботанических описаниях с присутствием этого вида.

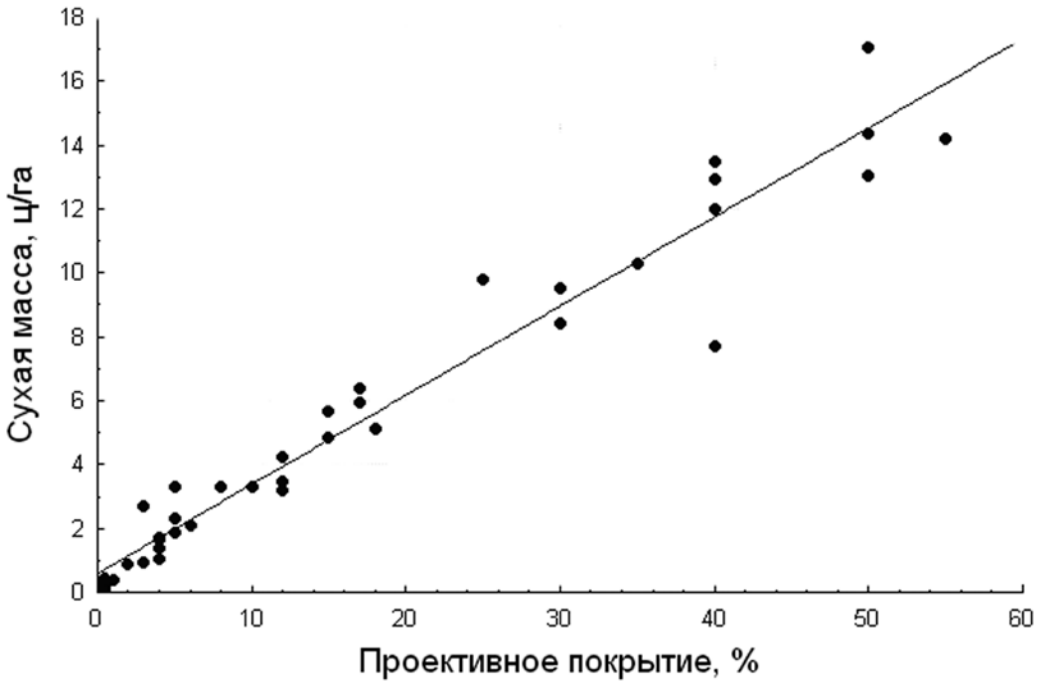


Рис. 1. График регрессионной зависимости фитомассы листьев иван-чая узколистного (*Chamaenerion angustifolium)* от его проективного покрытия в травяном ярусе

Таблица 1. Результаты регрессионного анализа зависимости продуктивности заготавливаемых частей растений некоторых лекарственных видов от их проективного покрытия в травяном ярусе в растительных сообществах Республики Башкортостан

Виды	Заготавливаемая часть растений	Формула расчета продуктивности по проективному покрытию (Пп)	Коэффициент корреляции проективного покрытия с продуктивностью
Angelica archangelica	Корни	-0,13 + 0,90*Пп	+0,90
Arctium lappa	Корни	0,07 + 0,23*Пп	+0,80
Bidens tripartita	Надземная часть	0,32 + 0,22*Пп	+0,94
Chamaenerion angustifolium	Листья	0,59 + 0,28*Пп	+0,97
Chelidonium majus	Листья	-0,04 + 0,07*Пп	+0,97
Cichorium intybus	Корни	0,09 + 0,16*Пп	0,91
Filaginella uliginosa	Надземная часть	-0,02 + 0,28*Пп	+0,98
Hypericum perforatum	Надземная часть	0,19 + 0,51*Пп	+0,98
Lycopus europaeus	Надземная часть	0,09 + 0,40*Пп	+0,94
Origanum vulgare	Верхушки побегов с соцветиями	0,50 + 0,17*Пп	+0,96
Persicaria hydropiper	Надземная часть	-0,06 + 0,46*Пп	+0,94
Tanacetum vulgare	Соцветия	0,19 + 0,12*Пп	+0,83
Vaccinium myrtillus	Надземная часть	0,16 + 0,14*Пп	+0,96
Valeriana officinalis	Корни	0,13 + 0,12*Пп	+0,90
Viola tricolor	Надземная часть	-0,01 + 0,34*Пп	+0,98

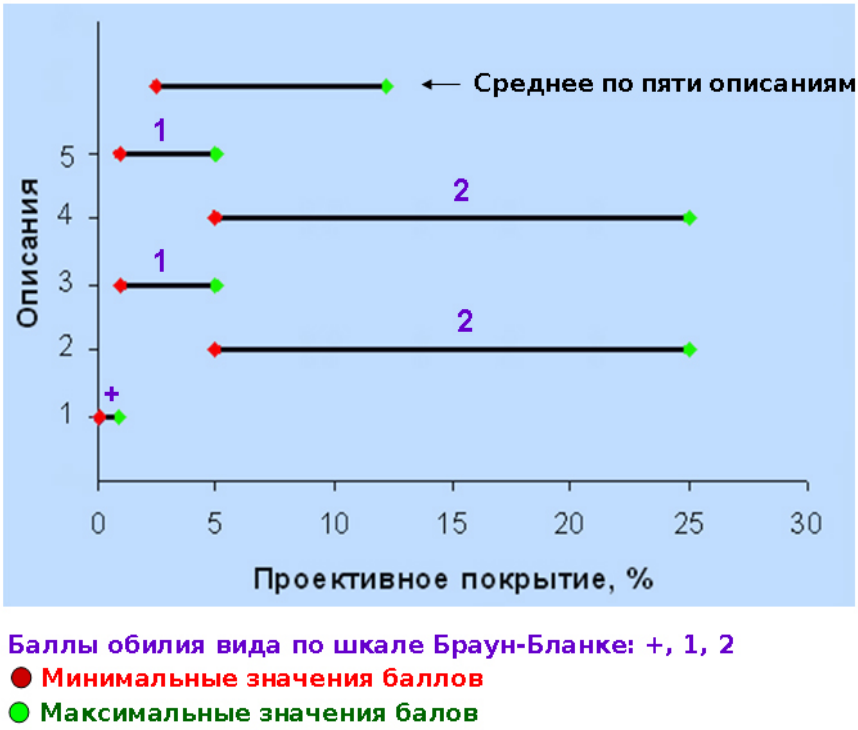


Рис. 2. Методика расчета интервального значения проективного покрытия лекарственного вида в растительном сообществе (на примере пяти описаний).

Полученные значения умножались на отношение числа геоботанических описаний с

участием вида к общему числу описаний, приведенных для характеристики ассоциации [4]. В качестве примера в таблице 2 приведены результаты расчета продуктивности листьев *Chamaenerion angustifolium* в наиболее типичных для этого вида растительных сообществах Республики Башкортостан. Не трудно видеть, что в большинстве случаев продуктивность листьев этого вида в сообществах, где он встречается с невысоким обилием и большим постоянством варьирует слабо, а в сообществах, где он представлен с высоким обилием, отмечается большой размах вариабельности продуктивности листьев. Таким же образом изменяется продуктивность в растительных сообществах и у ряда других лекарственных видов, что отражает контагиозное распределение их зарослей. Тем не менее, интервальная оценка продуктивности лекарственных видов в растительных сообществах, занимающих большие территории, не менее точна, чем оценка с использованием традиционных методов, так как получаемые при их использовании не интервальные значения имеют большую ошибку при экстраполяции на большие территории.

Таблица 2. Постоянство, обилие по шкале Браун-Бланке и продуктивность листьев иван-чая узколистного (*Chamaenerion angustifolium)* в некоторых растительных сообществах Республики Башкортостан

Растительные сообщества*	Постоянство и обилие	Продуктив-ность, ц/га
Лесная растительность		
Calamagrostio epigei-Quercetum roboris	IV^{+-1}	0,65 - 1,30
Geo rivali-Pinetum sylvestris	V^{r-+}	0,63 - 0,75
Polygono-Quercetum roboris	IV^{r}	0,50 - 0,59
Antennario dioicae-Pinetum sylvestris	IV^{r-+}	0,47 - 0,56
Seseli krylovii- Laricetum sibiricae	III^{r-+}	0,33 - 0,39
Rubo arctici-Piceetum obovati	III^{+}	0,33 - 0,39
Zigadeno sibirici-Pinetum sylvestris	II^{r}	0,24 - 0,29
Луговая растительность		
Bistorto majoris-Phalaroidetum arundinaceae	II^{r-3}	0,44 - 0,66
Bistorto majoris-Caricetum polyphyllae	II^{r-2}	0,27 - 0,58
Подгольцовое высокотравье		
Cicerbito uralensis-Aconogononetum alpini	V^{+-3}	1,20 - 2,16
Anemonastro-Aconogononetum alpini majoris	V^{+-2}	0,91 - 1,83
Aconogono alpini-Filipenduletum ulmariae	II^{+-1}	0,27 - 0,48

* - Названия растительных сообществ приведены по «Продромусу растительных сообществ Республики Башкортостан» [5].

Оценка возможности использования растительных сообществ в качестве мест заготовок лекарственных видов растений. Как правило, растения заготавливаются в растительных сообществах, в которых они встречаются с высоким постоянством (более 40 %) и проективным покрытием (более 5 %). Исключение составляют такие виды как *Orthilia secunda, Gnaphalium rossicum, Veronica spuria*, проективное покрытие которых обычно не превышает 1 %.

На территории республики с высоким постоянством и обилием, достаточным для проведения заготовок в луговых сообществах встречается 26 видов лекарственных растений, в степных – 9 видов, в лесных – 21 вид, в рудеральных – 22 вида, в высокогорных – 10 видов, в растительных сообществах засоленных почв – 6 видов и в болотных сообществах – 3 вида лекарственных растений (табл. 3) [6].

Таблица 3. Представленность основных лекарственных видов в растительных сообществах Республики Башкортостан

ТИП РАСТИТЕЛЬНОСТИ		Число лекарственных видов		
		всего	с постоянством более 40 %	с постоянством более 40 % и обилием более 5 %
Луговая растительность				
Вторичные послелесные луга на богатых незасоленных почвах (класс *Molinio-Arrhenatheretea*)	Влажные луга на минеральных почвах (пор.*Molinietalia*)	51	15	7
	Мезофильные луга (пор. *Arrhenatheretalia*)	45	27	16
	Остепненные луга (пор.*Galietalia veri*)	50	27	11
	Лесные луга (пор. *Carici macrourae—Crepidetalia sibiricae*)	46	25	16
Всего по классу		60	39	26
Луговые сообщества лесных опушек и редколесий (класс *Trifolio-Geranietea sanguinei*)		29	17	7
Всего в сообществах луговой растительности		**60**	**40**	**26**
Степная растительность				
Ксеротермные и полуксеротермные травяные сообщества (класс *Festuco-Brometea*)	Ксеротермные и полуксеротермные травяные сообщества (пор. *Festucetalia valesiacae*)	29	17	4
	Континентальные степи (пор. *Helictotricho-Stipetalia*)	20	9	2
	Петрофитные степи с высокой степенью почвенной эрозии (пор. *Onosmetalia*)	22	12	8
Всего в сообществах степной растительности		**33**	**19**	**9**
Аркто-альпийская растительность				
Аркто-альпийские кустарниковые и кустарничковые мохово-лишайниковые пустоши (класс *Loiseleurio-Vaccinietea***)**		9	6	3
Субарктические, субальпийские и альпийские высокотравья, кустарниковые сообщества и редколесья (класс *Mulgedio-Aconitetea***)**		14	11	9
Всего в сообществах аркто-альпийской растительности		**19**	**12**	**10**
Лесная растительность				
Мезофильные и мезоксерофильные широколиственные леса (класс *Querco-Fagetea*)		62	39	20
Бореальные хвойные леса (класс *Vaccinio-Piceetea*)		43	30	12
Гемибореальные мелколиственно-светлохвойные и мелколиственные мезофильные травяные леса (класс *Brachypodio pinnati-Betuletea pendulae*)		51	31	9
Пойменные ивово-тополевые леса и кустарниковые сообщества (класс *Salicetea purpureae*)		33	14	3
Всего в сообществах лесной растительности		**69**	**53**	**21**
Рудеральная растительность				
Сообщества однолетних видов нарушаемых переувла-жненных местообитаний (класс *Bidentetea tripartiti*)		12	4	2
Сегетальные (сорнополевые) сообщества зерновых культур (класс *Secalietea*)		21	8	5
Сообщества однолетников начальных стадий восстано-вительных сукцессий после нарушений, и сорнополевые сообщества пропашных культур (класс *Chenopodietea*)		29	12	7
Рудеральные сообщества высокорослых двулетних и многолетних видов (класс *Artemisietea vulgaris*)		32	14	12
Естественные и антропогенные нитрофильные сообщества затененных мест и опушек в лесопарках, скверах, в поймах рек и ручьев (класс *Galio-Urticetea*)		25	8	4

Рудеральные сообщества с преобладанием многолетних злаков, представляющие продвинутую стадию восстановительных сукцессии (класс *Agropyretea repentis*)	22	7	1
Сообщества низкорослых, устойчивых к вытаптыванию и выпасу мезофитов и гигрофитов на пастбищах, спортивных площадках во дворах, вдоль дорог (класс *Plantaginetea majoris*)	21	9	4
Устойчивые к вытаптыванию и выпасу сообщества низкорослых ксерофитных растений (класс *Polygono-Artemisietea austriacae*)	10	1	1
Нитрофильные кустарниковые заросли, возникающие в процессе восстановительных сукцессий на месте вырубленных лесов (класс *Urtico-Sambucetea*)	8	7	2
Всего в сообществах рудеральной растительности	**54**	**34**	**22**
Растительность засоленных почв			
Галофитные сообщества с преобладанием однолетних суккулентов (класс *Thero-Salicornietea*)	3	0	0
Влажные луга на засоленных почвах, встречающиеся в долинах рек, по берегам озер (класс *Scorzonero-Juncetea gerardii*)	18	8	6
Степные, свеже- и сухолуговые сообщества на засоленных почвах (класс *Festuco-Puccinellietea*)	4	0	0
Всего в сообществах растительности засоленных почв	**18**	**8**	**6**
Болотная растительность			
Олиготрофные и олиго-мезотрофные сфагновые верховые и переходные болота (класс *Oxycocco-Sphagnetea*)	2	0	0
Низинные эутрофные черноольховые, пушистоберезовые заболоченные леса и заросли ивовых кустарников на торфянистой почве (класс *Alnetea glutinosae*)	42	8	3
Заболоченные леса со сфагновыми мхами (класс *Vaccinietea uliginosi*)	6	4	1
Всего в сообществах болотной растительности	**44**	**11**	**3**

*Названия растительных сообществ приведены по «Продромусу растительных сообществ Республики Башкортостан» [5]

При оценке возможности использования растительных сообществ в качестве мест заготовок лекарственных видов растений необходимо учитывать редкость этих сообществ, их устойчивость к нарушениям, связанным с заготовкой растений, наличие в их составе редких видов. Рассмотрим основные особенности растительных сообществ, обуславливающие ограничение сбора лекарственных видов более подробно.

Наличие в флористическом составе растительных сообществ краснокнижных видов. В прайс-листы некоторых из организаций, реализующих на территории республики лекарственные сборы, входят виды, внесенных в «Красную книгу Республики Башкортостан» [7]: алтей лекарственный (*Althaea officinalis*), зимолюбка *(Chimaphila umbellata*), солодка Коржинского (*Glycyrriza korshinskyi*), цмин песчаный *(Helichrysum arenarium*), стальник *(Ononis arvensis*), курильский чай (*Pentaphylloides fruticosa*), термопсис ланцетовидный *(Thermopsis lanceolata*) и др. В большинстве случаев данные виды закупаются организациями в других регионах, однако, часть из них явно заготавливаются на территории РБ, что может наносить значительный ущерб популяциям редких видов. Ущерб популяциям редких и исчезающих видов может наноситься не только непосредственно их заготовкой, но и сбором обычных видов растений, произрастающих вместе с ними. Это может быть связано как с механическими повреждениями растений редких видов, особенно при заготовках корней лекарственных видов (*Angelica archangelica, Frangula alnus, Sanguisorba officinalis, Aconitum septentrionale, Bistorta major* и др.), так и влиянием на конкурентные отношения между видами. В ряде случаев, изъятие лекарственных видов может приводить к перераспределению доминантов растительного сообщества, внедрению синантропных видов и угнетению популяций редких видов. Эксперименты с удалением отдельных видов или групп видов с целью изучения конкуренции между растениями [8, 9, 10, 11, 12] показали, что удаление

растений из фитоценозов сопровождается различной реакцией оставшихся в фитоценозе видов. Изъятие растений из растительных сообществ приводит к изменению затенения и корневой конкуренции, которые вызывают нарушение конкуренции и ассоциированности между видами [13], степень которой зависть от разногодичной изменчивости погодных условий [14]. Однако иногда изъятие лекарственных растений может снизить ценотическое давление на редкие виды, что может привести и к увеличению численности их популяций. Поскольку оценить реакцию редких видов на нарушение растительных сообществ без предварительных исследований невозможно, необходимо ограничить сбор лекарственного сырья в растительных сообществах с присутствием во флористическом составе краснокнижных видов. Ограничения не должны распространяются на растительные сообщества с участием некоторых широко распространенных видов (например, *Stipa pennata*), занесенных в Красную книгу РБ, только потому, что в других регионах РФ они являются редкими.

Приуроченность растительных сообществ к неустойчивым к антропогенным нарушениям местообитаниям. Заготовка некоторых лекарственных видов в растительных сообществах неизбежно приводит к нарушениям напочвенного покрова, которые могут быть необратимы или требовать значительного времени для восстановления. Сюда относятся, например, степные сообщества ассоциаций *Centaureo marschalliani-Thymetum guberlinensis*, *Fragario viridis-Stipetum pennatae*, *Myosotido popovii-Festucetum rupicolae* и некоторые другие расположенные на крутых склонах, легко подвергающихся водной и ветровой эрозии при нарушении напочвенного покрова. В растительных сообществах зеленомошных и лишайниковых темнохвойных (союз *Piceion excelsae*) и светлохвойных (союз *Dicrano-Pinion*) лесов заготовка лекарственных растений приводит к механическому повреждению мохово-лишайникового покрова, что в ряде случаев (например, в сообществах ассоциаций *Carici albae-Piceetum obovatae, Zigadeno sibiricae-Pinetum sylvestris*) усугубляется тем, что сообщества располагаются на крутосклонах.

Редкость растительных сообществ**.** Сообщества могут быть абсолютно редкими, в связи с приуроченностью к особым условиям местообитания (например, сообщества горной тундры), и редкими в пределах отдельных регионов. Заготовка лекарственных видов может повлиять на структуру растительных сообществ, причем влияние на состав и структуру растительных сообществ может оказывать не только удаление доминирующих, но и недоминирующих видов, что может способствовать внедрению заносных видов [15] и синантропизации сообщества. Изъятие одного из компонентов сообщества, который к тому же еще является одним их доминантов сообщества, неизбежно приводит к изменению соотношения видов, входящих в сообщество и даже к изменению микроклимата. Например, заготовка *Inula helenium* сплошным методом приводит к нарушению установившегося гидрологического режима и ксерофитизации сообщества. Таким образом, сбор лекарственных растений может привести к изменениям флористического состава и структуры растительных сообществ (видового разнообразия, видовой насыщенности, продуктивности растительных сообществ), которые в некоторых случаях необратимы. В связи с этим, заготовка лекарственного сырья в абсолютно редких растительных сообществах также должна быть ограничена.

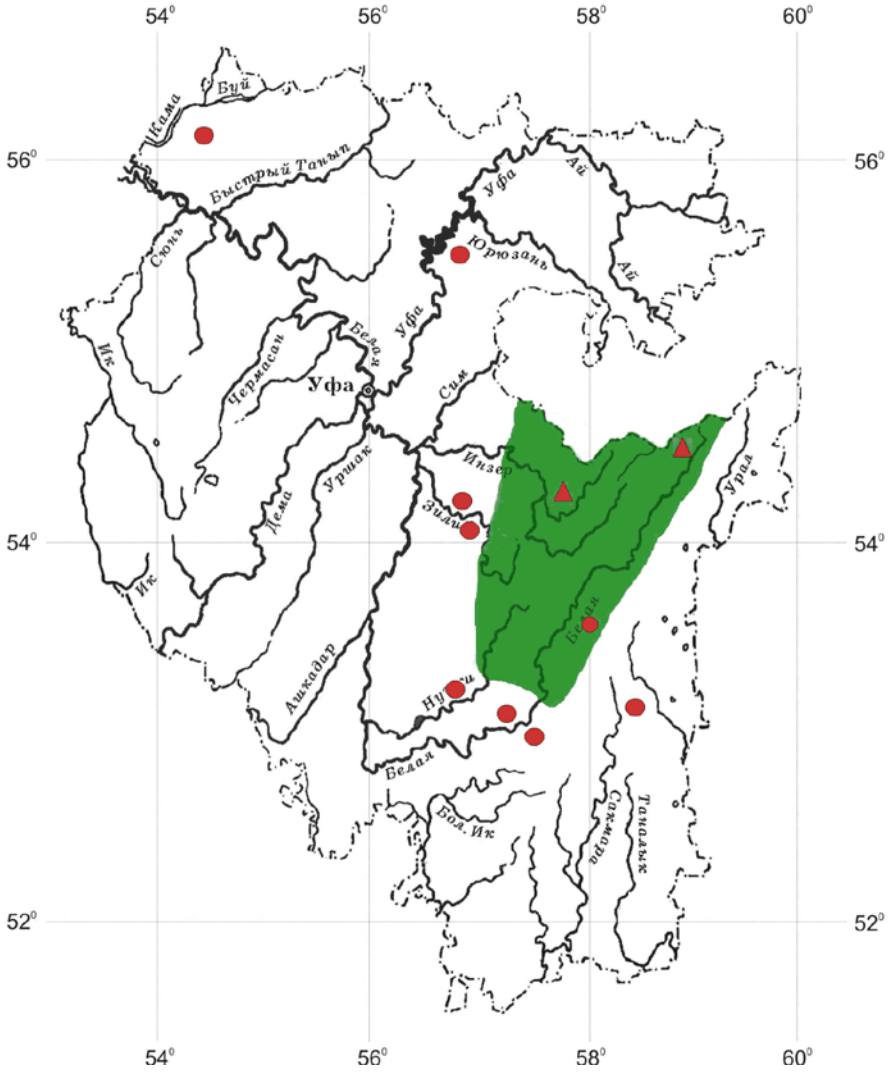
При анализе возможности заготовок лекарственных видов на крупных территориях (областей, республик и т.д.) необходимо учитывать распределение типичных для этих видов растительных сообществ по геоботаническим районам. Например, заготовка листьев *Vaccinium vitis-idaea* целесообразна только в горно-лесной зоне республики и не должна проводиться в Предуралье и Зауралье, где сообщества с участием этого вида не имеют широкого распространения (рис.3).

Из 236 проанализированных растительных сообществ ранга ассоциации, встречающихся на территории РБ, в качестве мест сбора растительного сырья могут быть использованы только 193 [6]. Остальные сообщества приурочены к уязвимым местообитаниям или в их составе есть редкие или исчезающие виды. Большинство из этих растительных сообществ относятся к не имеющим широкого распространения ассоциациям высокогорной, лесной и степной

растительности.

Для выявления перспективных местообитаний для заготовок лекарственных видов растений без нанесения существенного ущерба популяциям этих видов и растительным сообществам большую роль играет также анализ изменения фитоценотического участия лекарственных видов при сукцессионных сменах растительных сообществ. Например, в зонах распространения широколиственных и хвойно-широколиственных лесов на вырубках и крупных вывалах через 5-10 лет после гибели взрослого древостоя часто возникают сообщества ассоциации Aconito excelsii-Aegopodietum podagrariae. В этих сообществах биологическая продуктивность корневищ *Aconitum septentrionale* составляет 150-180 кг/га, что в 5-7 раз больше, чем в исходных типах леса. На более поздней стадии лесовосстановительной сукцессии *A. septentrionale* угнетается подростом и его доля участия в сложении травяного яруса резко снижается. Таким образом, заготовка корневищ этого вида, используемых в качестве сырья для антиаритмического препарата «аллапинин», на вырубках и вывалах не наносит ущерба популяциям этого вида.

Разработка стратегии неистощительного ресурсного использования лекарственных видов. Существующие рекомендации по ресурсному использованию лекарственных видов обычно базируются на определении допустимых объемов ежегодных заготовок [1, 2, 16], а для видов - источников индивидуальных биологически активных веществ - еще и на подборе участков для более рентабельной заготовки сырья, который, как правило, проводится на основе анализа возрастных, сезонных и эколого-ценотических закономерностей содержания в растениях представляющего интерес биологически активного вещества [16, 17]. Для определения объема допустимых ежегодных заготовок обычно используется их ресурсный запас на конкретной территории с поправкой на усредненные сроки восстановления (при сборе соцветий у многолетних растений и надземных органов однолетних растений - 2 года, надземных органов многолетних растений - 4-6 лет, подземных органов большинства видов лекарственных растений - 15-20 лет [18]). При этом почти никогда не учитывается степень распространения и устойчивость к нарушениям растительных сообществ, а также изменение фитоценотической роли лекарственных видов в ходе сукцессионных смен сообществ, в том числе, под влиянием антропогенных факторов.



- распространение растительных сообществ, в которых можно заготавливать лист брусники

- распространение редких растительных сообществ, в которых лист брусники заготавливать нельзя

Растительные сообщества	Продуктивность, кг/га
Лесная растительность	
Seseli krylovii- Pinetum sylvestris	8 –55
Linnaeo borealis- Piceetum abietis	7 –45
Cladonio arbusculae-Pinetum sylvestris	1 - 21
Antennario dioicae-Pinetum sylvestris	5 –41
Подгольцовая растительность	
Empetro-Vaccinietum uliginosi	126 - 314
Anemonastro-Juncetum trifidi	14 - 86
Aconogonono alpini – Juniperetum sibiricae	2 - 20

Рис. 3. Распространение на территории Республики Башкортостан растительных сообществ с большой биологической продуктивностью листьев брусники (*Vaccinium vitis-idaea*)

На основе анализа распространения, фитоценотического участия и продуктивности основных лекарственных видов в растительных сообществах, распределения этих сообществ на территории Республики Башкортостан, объемов их заготовок (по данным Министерства природопользования и экологии Республики Башкортостан), биологических особенностей видов и степени нанесения этим видам ущерба при их использовании в качестве растительного сырья были выделены группы видов, которые требуют различных подходов при организации их неистощительного ресурсного использования [19]. По аналогии с природоохранным статусом редких и исчезающих растений, используемым в Красных книгах, выделенные особенности подходов к ресурсному использованию названы ресурсным статусом лекарственных растений. Нами выделено четыре основных типа и три подтипа ресурсного статуса лекарственных растений:

1. Широко распространенные лекарственные виды, заготовка которых в существующих объемах не ведет к сокращению их распространения в природе.

1а. Лекарственные виды (*Betula pendula*, *Tilia cordata*, *Rubus idaeus, Filipendula ulmaria, Tanacetum vulgare* и др.), у которых ведется заготовка отдельных частей растения (плоды, шишки, соцветия, семена, а также листья у древесных и кустарниковых видов), не оказывающая существенного влияния на численность популяций этих видов (табл. 4).

1б. Широко распространенные многолетние виды, приуроченные преимущественно к луговым и рудеральным местообитаниям (*Arctium lappa, Artemisia absinthium, Cichorium intybus, Leonurus quinquelobatus, Origanum vulgare* и др.), заготовка которых в существующих объемах не ведет к сокращению их распространения в природе (табл. 4).

1в. Широко распространенные одно-, двулетние виды со значительным запасом банка семян в почве, произрастающие в сильно нарушенных местообитаниях (*Bidens tripartita*, *Capsella bursa-pastoris, Galium aparine, Melilotus officinalis, Persicaria hydropiper* и др.), заготовка которых не приводит к сокращению их распространения (табл. 4).

2. Лекарственные виды, не имеющие широкого распространения и заготавливаемые в настоящее время в небольших количествах (несколько десятков кг в год), нормирование сбора которых может стать необходимым при увеличении их ежегодных заготовок (*Geranium sanguineum, Orthilia secunda, Polemonium caeruleum* и др.).

3. Лекарственные виды, заготовка которых в качестве лекарственного сырья возможна только при нормировании на всей территории региона или в отдельных геоботанических (или административных) районах. К ним относятся виды с оптимумом произрастания в естественных, относительно не нарушенных растительных сообществах, для которых необходимо четкое соблюдение рекомендуемых сроков восстановления после заготовок (*Adonis vernalis, Angelica archangelica, Thymus serpyllum, Vaccinium vitis-idaea, Valeriana wolgensis и др.)* (табл. 4). В эту группу при резком увеличении объемов заготовок могут быть перемещены некоторые виды категорий 1б и 2.

4. Виды, ресурсное использование которых возможно только при введении в плантационную культуру (занесенные в «Красную книгу Республики Башкортостан» или с ограниченным распространением, находящиеся на грани попадания в число видов, требующих специальных мер по их охране). К этим видам, например, относится один из видов-источников дитерпеновых алкалоидов - *Delphinium uralense*.

Ресурсный статус конкретного вида на территориях соседних областей РФ может быть другим, так как зависит от распространения типичных для этого вида сообществ. Тем не менее, оценка ресурсного статуса лекарственных видов в отдельном регионе позволяет проводить инвентаризацию лекарственной флоры и унифицировать подходы к их неистощительному ресурсному использованию. В сочетании с мониторингом изменения спроса на растительное сырье это может быть основой долговременной стратегии неистощительного ресурсного использования лекарственной флоры региона.

Таблица 4. Объемы заготовок (по данным Министерства природопользования и экологии РБ), максимальная продуктивность в растительных сообществах и ресурсный статус некоторых лекарственных видов на территории Республики Башкортостан

Виды	Растительные сообщества*, в которых возможен сбор растительного сырья	Максимальная продуктивность, кг/га	Ежегодный объем заготовок, кг	Ресурсный статус
Filipendula ulmaria (соцветия)	Carici atheroidis-Filipenduletum ulmariae	301 - 420	Более 2000	1а
Tanacetum vulgare (соцветия)	Centaureo cyani-Leucanthemetum vulgaris	12 - 32	Более 1000	1а
Origanum vulgare (верхушки побегов)	Digitalo grandiflorae-Origanetum vulgaris	116 - 295	Более 5000	1б
Arctium lappa (корни)	Vicio craccae-Agrostietum giganteae	15 - 60	Более 5000	1б
Artemisia absinthium (надземная часть)	Carduo acanthoidis-Artemisietum absinthii	3359 - 5163	Более 5000	1б
Leonurus quinquelobatus (верхушки побегов)	Conio - Arcticetum tomentosi	454 - 994	Более 2000	1б
Cichorium intybus (корни)	Centaureo cyani-Leucanthemetum vulgaris	24 - 87	Более 5000	1б
Melilotus officinalis (верхушечные побеги)	Melilotetum albi-officinalis	98 - 317	Менее 1000	1в
Capsella bursa-pastoris (надземная часть)	Turrito glabrae-Potentilletum impolitae	41 - 259	Более 1000	1в
Galium aparine (надземная часть)	Setario viridis - Galeopsetum bifidae	82 - 279	Менее 500	1в
Bidens tripartita (надземная часть)	Bidentetum tripartitae	570 -989	Более 1800	1в
Adonis vernalis (надземная часть)	Vicio tenuifolia-Pimpinelletum saxifragae	37 - 46	Более 500	3
Vaccinium vitis-idaea (листья)	Seseli krylovii- Pinetum sylvestris	8 – 55	Более 800	3
Valeriana wolgensis (корни)	Digitalo grandiflorae-Origanetum vulgaris	25 - 89	Менее 500	3
Angelica archangelica (корни)	Ficario-Alnetum glutinosae	213 - 461	До 2000	3
Thymus baschkiriensis (надземная часть)	Stipo capillatae-Caricetum supinae	80 - 186	Более 1000	3

*Названия растительных сообществ приведены по «Продромусу растительных сообществ Республики Башкортостан» [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Крылова И.Л.* Методика определения запасов лекарственных растений. – М.: 1986. – 52 с.

2. Методика выявления дикорастущих сырьевых ресурсов при лесоустройстве. М.: Госкомлес СССР, 1987. – 54 с.

3. *Некратова Н.А., Смирнова Н.Б., Некратов Н.Ф., Михайлова С.И.* Экспресс-методы определения массы лекарственного сырья Bergenia crassifolia (L.) Fritsch // Раст. ресурсы. − 1992. − Т. 28, вып. 2. − С. 94-100.

4. *Федоров Н.И., Жигунова С.Н., Михайленко О.И., Самойлова Л.Ю.* Методика оценки продуктивности лекарственных видов в растительных сообществах, описанных в системе единиц эколого-флористической классификации Браун-Бланке // Известия Самарского научного центра Российской Академии наук, 2010. Т. 12 (33). № 1 (3). - С. 846-849.

5. *Ямалов С.М., Мартыненко В.Б., Голуб, В.Б., Баишева, Э.З.* Продромус растительных сообществ Республики Башкортостан: Препринт. – Уфа: Гилем, 2004. – 64 с.

6. *Жигунова С.Н.* Об оценке возможности использования растительных сообществ в качестве мест заготовок лекарственных видов растений // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13, № 5(3). – С. 43-47.

7. Красная книга Республики Башкортостан (объединенный том) / Под ред. А.А.Фаухутдинова. Уфа: Полипак, 2007. 528 с.

8. *Allen E. B., Forman R. T.* Plant species removal and old-field community structure and stability // Ecology. 1976. Vol. 57. P. 1233–1243.

9. *Fowler N.* Competition and coexistence in a North Carolina grassland // J. Ecol. Vol. 69. P. 843-854.

10. *del Moral R.* Initial recovery of subalpine vegetation on Mount St. Helens, Washington // American Midland Naturalist. 1983. Vol. 109. P. 72-80.

11. *Silletti A.M., Knapp A.K., Blair J.M.* Competition and coexistence in grassland codominants: responses to neighbour removal and resource availability. // Can. J. Bot. 2004. Vol. 82. P. 450-460.

12. *Ахметжанова А.А.* Оценка изменения биомассы растений альпийского гераниево-копеечникового луга после удаления доминантов: результаты 10-летнего эксперимента // Экология. 2010. №1. С. 41-46.

13. *Silander J.A., Antonovics J.* A perturbation approach to the analysis of interspecific interactions in a coastal plant community. // Nature. 1982. Vol. 298. P. 557-560.

14. *Herben T., Krahulec F., Hadincová V., Pecháčková S., Wildová R.* 2003. Year-to-year variation in plant competition in a mountain grassland //Journal of Ecology. 2003. V. 91. P. 103-113.

15. *Lyons K.G., Schwartz M.W.* Rare species loss alters ecosystem function-invasion resistance // Ecology Letters. 2001. № 4. P. 358-365.

16. *Буданцев А.Л.* Оценка современного состояния ресурсов важнейших лекарственных и пищевых растений флоры России // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. М., 2005. С. 87–92.

17. *Федоров Н.И.* Род Delphinium L. на Южном Урале: экология, популяционная структура и биохимические особенности. Уфа: Гилем, 2003. 149 с.

18. Правила заготовки пищевых лесных ресурсов и сбора лекарственных растений. // Приказ МПР РФ от 10 апреля 2007 г. № 83. 5 с. URL: http://www.forestforum.ru/info/laws/normativy/Pishev_lekarstv.doc

19. *Федоров Н.И., Жигунова С.Н., Михайленко О.И.* О методических подходах к контролю динамики важнейших ресурсных видов лекарственной флоры Республики Башкортостан // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13, № 5(3). - С. 113-115.

THE APPLICATION OF ECOLOGICAL-FLORISTIC CLASSIFICATION FOR DEVELOPMENT OF STRATEGY SUSTAINABLE RESOURCE USE OF MEDICINAL PLANT SPECIES (ON EXAMPLE OF BASHKORTOSTAN REPUBLIC)

© 2012 N.I. Fedorov [1], S.N. Zhigunova [1], O.I. Mihaylenko [2]

[1] Institute of Biology Ufa Research Centre RAS
[2] Ufa State Petroleum Technological University

The possibilities of application of ecological-floristic classification of vegetation, in the field such as the development of methods of express-evaluation of the productivity of medicinal plant species in plant communities, choice of places of resource harvesting of medicinal plants, as well as the evaluation of the necessity of regulation of harvesting volumes of species, are discussed. The evaluation criteria of the resource status of medicinal plants species are proposed. These criteria allow to unify the approaches to the organization of sustainable use of medicinal plants in the Southern Urals.

Keywords: *medicinal plants, plant raw material, the Southern Urals*

Nikolai Fedorov, Doctor of Biology, Head of laboratory, E-mail: fedorov@anrb.ru; *Svetlana Zhigunova,* Candidate of Biology, research associate, E-mail: zigusvet@andex.ru; *Oksana Mihaylenko,* Candidate of Chemistry, docent, E-mail: trioksan@mail.ru

УДК 581.524.32

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ В ГЕОГРАФИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

© 2012 Т.К. Юрковская

Ботанический институт им В.Л. Комарова РАН. г. Санкт-Петербург

Введение

Растительность тесно связана с географическим пространством, является его неотъемлемой частью и не случайно наука, изучающая растительность, названа **геоботаникой.** Попытка называть ее на англоязычный лад «Наука о растительности» означает выпустить из нее кровь, оторвать ее от земли. Вообще мы многое постепенно теряем, отправив немецкий язык из научного обихода в архив и заменив его английским. Немцы в силу своей пунктуальности очень тщательно подбирали термины, стремясь, чтобы они были не только кличкой, но отражали суть стоящего за ними понятия. И значительная часть русской геоботанической терминологии скалькирована с немецкого. А англичане и особенно американцы не придают особенного значения терминам, поэтому по-русски они звучат косноязычно, часто переводятся двумя-тремя словами. И я бы не рекомендовала увлекаться сменой терминов. Тем же, кто как в пушкинские времена французским (вспомните: « звала Полиною Прасковью…») увлекается английским, советовала бы приводить англоязычные термины в синонимах.

Растительность почти сплошь покрывает нашу планету, с разрывами только там, где не тают льды или где она уничтожена людьми (рис.1, 2).

Рис.1. Участок тайги.

Рис.2. Фрагмент космического снимка.

И у геоботаников еще большое поле деятельности по ее инвентаризации, изучению ее закономерностей и приложения своих знаний на практике. Ведь мы, геоботаники, хорошо знаем, что нельзя уничтожать и трансформировать растительность беспредельно, необходимо сохранять разумный баланс хозяйственной деятельности, эксплуатации природных ресурсов и сохранения разнообразия биоты. Но до сих пор не смогли доказать этого тем, кто принимает решения, и само слово **ботаник** в России звучит пренебрежительно.

В настоящее время геоботаники России сосредоточили свое внимание на инвентаризации растительного покрова. Для этого используются разные подходы, но, пожалуй, преимущество в настоящее время за системой классификации Браун-Бланке (110). Стимулом к использова-

Юрковская Татьяна Корнельевна, д.б.н., в.н.с., E-mail: yurkovskaya@hotmail.ru

нию этой классификации послужила работа В.Д. Александровой [3, 13]. Но широкое ее использование вызвали работы Б.М. Миркина и его учеников [54, 55 и др.]. Огромное количество синтаксонов описано за последние 10-20 лет, в том числе ассоциаций, вероятно, на порядок больше, чем за всю предыдущую 100-летнюю историю геоботанических исследований в России [40, 25, 26, 75, 39, 73, 74, 19, 72, 1, 51, 52 и многие другие].

Однако геоботаники России применяют разные системы классификации. Например, В.И. Василевич предложил доминантно-флористическую классификацию, в которой работает не только сам, но также его ученики и последователи [9, 10, 11, 12, 14, 15, 71, 47,48,49, 17, 19, 97]. Используется для классификации растительности и тополого-экологический скандинавский подход [44, 45]. В скандинавской системе, но иной, нежели О.Л. Кузнецов, работает над классификацией луговой растительности С. Р. Знаменский [27, 28]. Традиционная для российской геоботаники эколого-фитоценотическая система по-прежнему широко применяется и развивается [69, 70, 98, 99, 102, 103,107, 23, 57,58, 59, 46, 20 и пр.].

Я не буду здесь обсуждать преимущества и недостатки той или иной системы. Это не тема моей лекции. Но отмечу одно из привлекательных достоинств системы Браун-Бланке, каковым является авторство. При этом появляется весьма сомнительная возможность описывать в качестве «новых» синтаксоны, выделенные ранее в других системах.

Отметим также, что в практическом использовании результатов той или иной системы впереди работы последователей эколого-фитоценотической системы [82, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96]. Это прежде всего вопросы, связанные с землепользованием (пастбищное хозяйство, луговодство, лесоводство и т.д.), геоботаническим и специализированным картографированием, инвентаризацией ООПТ и пр.

С 70-х гг. большой вклад в практику организации природопользования вносят работы, следующие классификации, разработанной В. Б. Сочавой [76, 79, 80]. Это работы, связанные с картографированием и районированием зоны БАМ, Юга Восточной Сибири, Западной Сибири, Байкальского региона и т.д. [6, 5 и др.].

Подавляющее большинство теоретических исследований в нашей стране связано также с этими двумя направлениями, в том числе наш классический геоботанический фонд. Особняком в этой группе стоят лишь труды Л.Г. Раменского [61], создавшего оригинальное направление, которое нашло своих последователей только после того, как значительно позднее аналогичные подходы были предложены за рубежом. Я не буду вдаваться в историю.

Вернемся к теме. И сначала отметим, что, несмотря на различия, во всех классификациях основной единицей является ассоциация. Правда, объем ассоциации в разных системах не всегда идентичен.

Начну со слов А.П. Шенникова, которые считаю важными при рассмотрении проблемы «Растительность и географическое пространство». **В чем разница между фитоценозом и ассоциацией? –** спрашивал А.П. Шенников. Ответ гласил – **ассоциация имеет географический ареал, а фитоценоз локален. Ассоциация характеризуется значениями константности, а фитоценоз – встречаемостью.** Я выделяю слова Александра Петровича жирным шрифтом, но не заключаю в кавычки, т.к. привожу их по памяти. В последнее время я все чаще слышу, что встречаемость употребляют как синоним константности/постоянства. На самом деле это разные характеристики. Встречаемость определяют путем закладки серии из 10 квадратов/кругов Раункиера внутри пробной площади геоботанического описания фитоценоза, а константность после табличной обработки серии (не менее 10) описаний.

Наличие географического ареала – очень важный признак ассоциации, а в свете нашей темы особенно. Размер ареала, его пространственные пределы – тот теоретический вопрос, который не ясен до сих пор.

Наши классики считали, что ареал ассоциации ограничен небольшим регионом. В.Б. Сочава [81] прямо писал, что ареал ассоциации не выходит за границы геоботанического

района. Вопрос об ареале синтаксонов очень продуктивно рассмотрел А.Д. Булохов [7] и я советую всем, кто не читал его статью – прочесть, а тем, кто читал – перечитать еще раз.

Карты местонахождений синтаксонов или пунктов исследования и ареалы синтаксонов

Ассоциации картируются только на геоботанических картах крупного масштаба. Такие карты не могут дать представление об ареале. Поэтому статьи, посвященные классификации растительности разных регионов или типов растительности/формаций (в данном контексте последние употребляются как безранговые категории) следует сопровождать картой с обозначениями местонахождений фитоценозов, относящихся к тому или иному синтаксону или точек, где проводились описания. Так, в журнале Растительность России [64] около половины статей по классификации растительности сопровождается подобными картами или картосхемами и в специальном кратком разделе текста несколько строк посвящены распространению сообществ. Это нужно только приветствовать и следует сделать нормой. Образцом может служить рисунок из работы С.С. Холода [88], (рис.3).

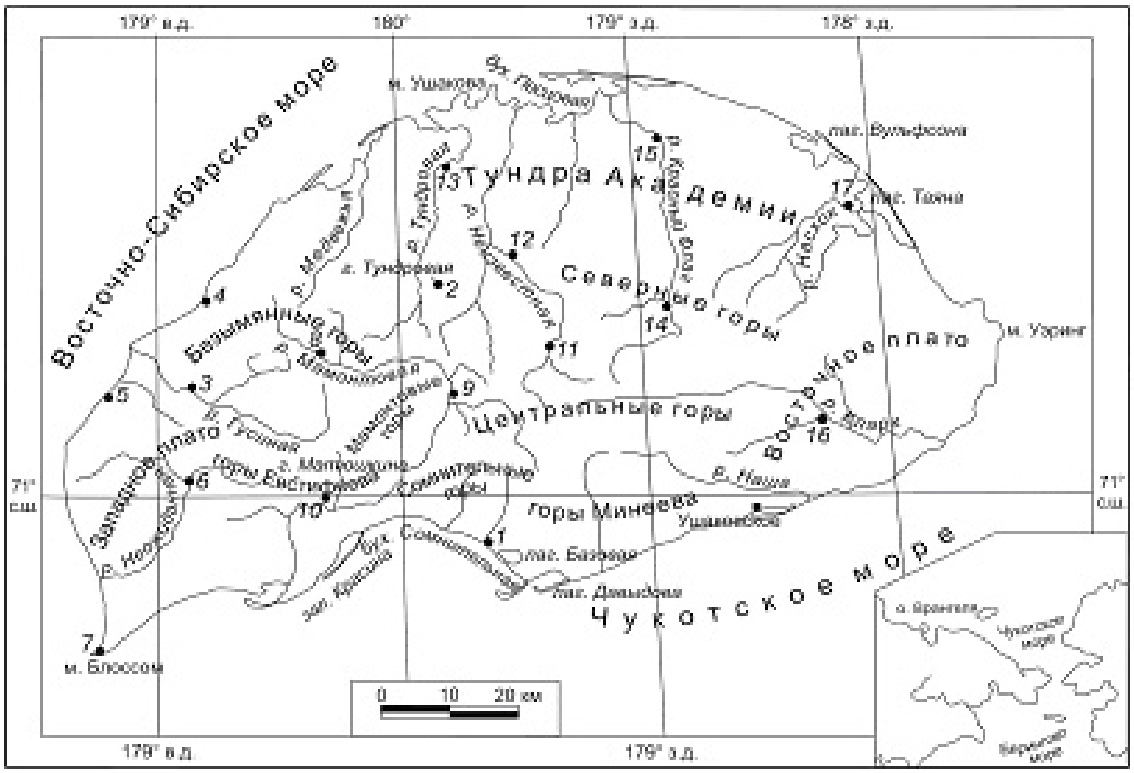


Рис.3. Районы исследования (по: Холод, [88]).

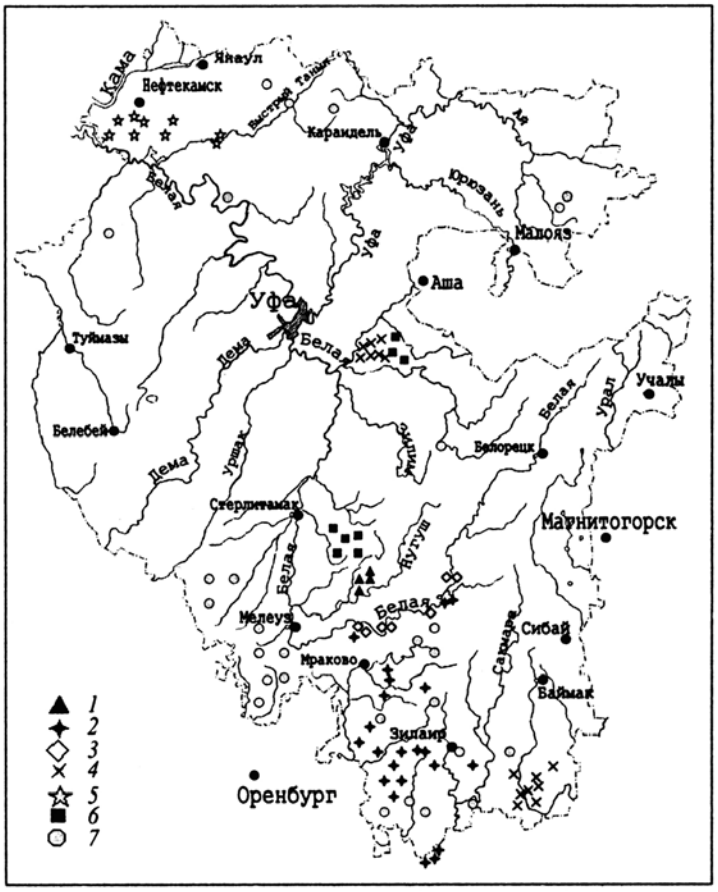
На карте Холод нанес пункты работы, и в таблицах все приводимые описания фигурируют под соответствующими номерами. Карта эта хороша не только своей подробностью и картографической достоверностью (дана градусная сеть, гидрография и масштаб), но также приведена мелкомасштабная врезка (в правом нижнем углу), чтобы было ясно положение острова Врангеля в мировом пространстве.

Современные технические средства (GPS) позволяют иметь очень точные географические координаты, и посадить их на карту не стоит труда. Можно в таких случаях пользоваться и несложной программой создания грид-карты, получая наглядный и оперативный материал о распространении исследованных синтаксонов в регионе или обо всем ареале (рис. 4).

На рисунке изображены болота Швейцарии, но показать на грид-картах можно любой объект, имеющий географические координаты.

Рис. 4. Грид-карта. Болота Швейцарии (по: Feldmeyer et al., 114).

Такую же картину дает и нанесение точек местонахождений синтаксонов на хорошую географическую основу (рис. 5).



Распространение сохранившихся сообществ остепненных дубрав союза *Lathyro-Quercion* в Южно-Уральском регионе.

1 — Aconogono-Quercetum, 2 — Filipendulo-Quercetum, 3 — Omphaloido-Quercetum, 4 — Pruno-Quercetum, 5 — Lasero-Quercetum, 6 — Carici-Quercetum, 7 — Brachypodio-Quercetum.

Рис. 5. Карта-схема распространения остепненных дубрав в Башкирии (по: Мартыненко и др., 53).

На основании этого рисунка мы получаем представление и о распространении дубовых остепненных лесов в целом в пределах Башкирии и о местах сосредоточения фитоценозов, принадлежащих к определенным ассоциациям. Таким образом, мы уже имеем материал для различных ботанико-географических сопоставлений. Жаль, однако, что на рисунках 4 и 5 нет градусной сетки и масштаба.

В практике геоботанических исследований пока данные о размерах ареалов синтаксономических единиц, в том числе ассоциаций, очень разноречивы. Впрочем, почти нет данных и о конкретных размерах того или иного фитоценоза. А посмотрите на снимки – как разительно они различаются (рис.6).

Рис. 6. Аапа болото с вертолета, северная Карелия. Фото П.Н. Токарева.

На рисунке представлен снимок, сделанный с вертолета. Узкие гряды аапа болота занимают фитоценозы ассоциации Carex lasiocarpa+Molinia caerulea-Sphagnum papillosum. Их ширина колеблется в пределах 0,5-1,2 м, в несколько раз шире травяные фитоценозы мочажин и во много раз превосходят их по размерам фитоценозы сосновых кустарничково-зеленомошных и сфагновых лесов и их производных, чередующиеся с болотами.

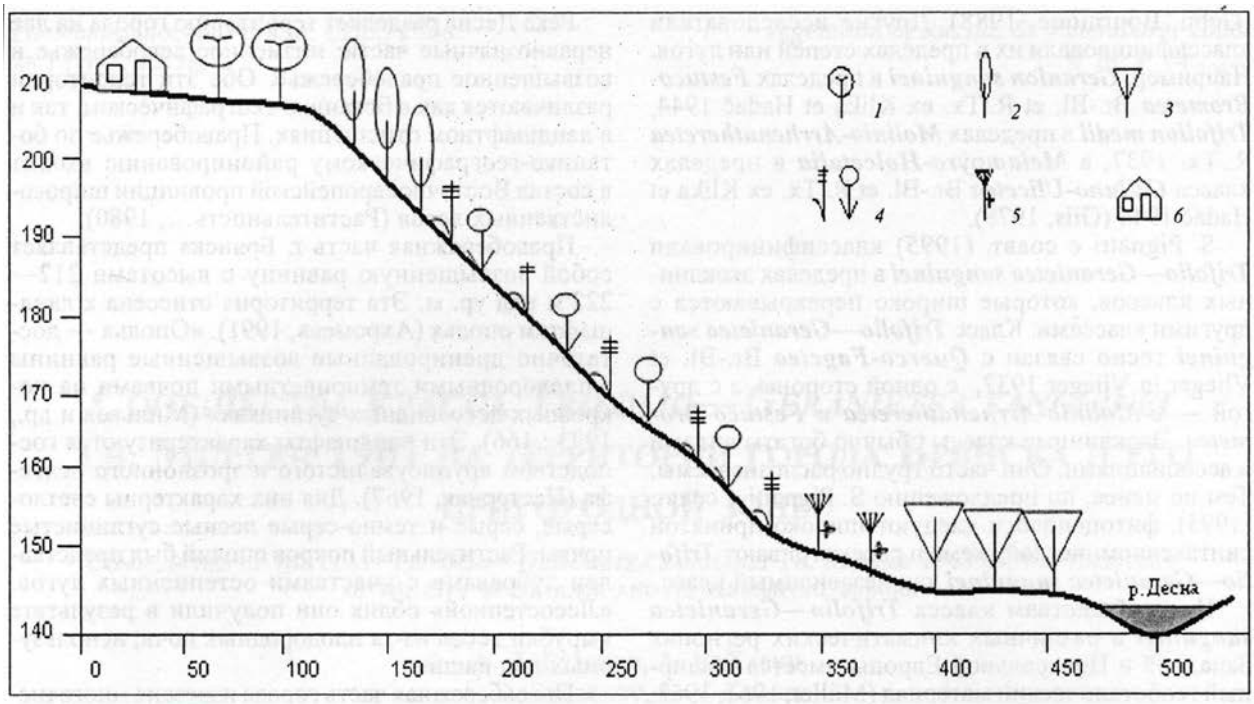
Очень важна информация, получаемая на основе топоэкологических профилей, катен, блокдиаграмм, трансект. Использование этих инструментов позволяет иметь представление не только о месте фитоценозов той или иной ассоциации в пространстве, но и о связях с разными параметрами природной среды.

Топоэкологические профиля

Закладка профилей – самый обычный и распространенный способ изучения растительности, особенно при маршрутных и полустационарных исследованиях. Этот метод изучения растительности используется почти на всем протяжении существования геоботаники до наших дней во всех странах и значительно ярче, чем слова, чем описание дает представление о пространственном распределении растительных сообществ. Чтобы убедиться в этом, обратимся к работам разных авторов, опубликованных на протяжении последних трех десятилетий. Почти все крупные региональные монографии, вышедшие за это время, сопровождаются рисунками топоэкологических профилей и их анализом (62, 31, 100, 65, 118, 121, 59 и еще многие другие).

Самый простой профиль, для закладки которого требуется только мерная лента и эклиметр, уже дает представление о том, к каким частям склона приурочено то или иное сообщество, каковы уклоны поверхности, а это и сток, и смыв, и, наоборот, наносы (рис. 7).

В качестве примера приведу еще несколько рисунков из книги «Девственные леса Румынии» (116).



1 — Агроценозы (сады и огороды), *2* — осиново-кленовые сообщества (*Acer platanoides, Betula pendula, Populus tremula*), *3* — ольхово-ивовые сообщества (*Salix fragilis, S. alba, Alnus glutinosa*), *4* — термофитные сообщества опушек (*Poa angustifolia, Anemone sylvestris, Origanum vulgare*), *5* — нитрофильно-высокотравные сообщества (*Chaerophyllum aromaticum, Aegopodium podagraria*), *6* — жилые постройки и дачные участки.

Рис. 7. Экологический профиль на склоне р. Десна (по: Булохов, Харин, 8).

Это книга, в которой метод топоэкологических профилей использован наиболее последовательно для получения наглядной и сжатой информации не только о пространственном размещении сообществ различных типов леса, принадлежащих к разным синтаксонам в системе Браун-Бланке, но и для анализа их структуры (рис. 8-11).

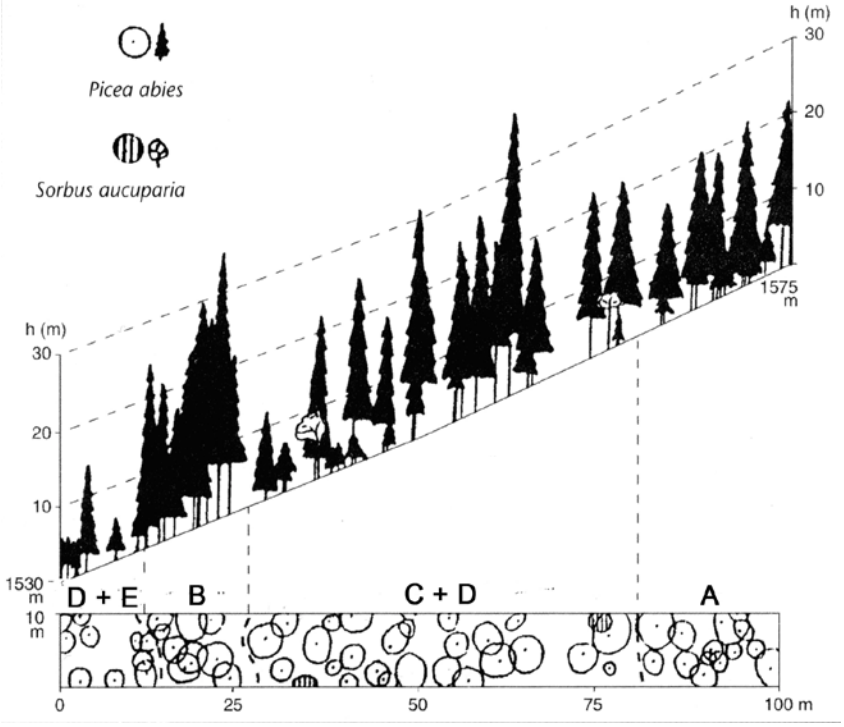


Рис. 8. Структура коренного ельника в заповеднике Калимани на топоэкологическом профиле, Румыния (по: Giurgiu, Doniţă, Bândiu et al., 116).

Acc. ***Hieracio rotundato-Piceetum*** (Pawl. et Br.-Bl., 1939). Стадии: A – молодняк, B – спелый, C – перестойный, D – восстановление, E – дезагрегация

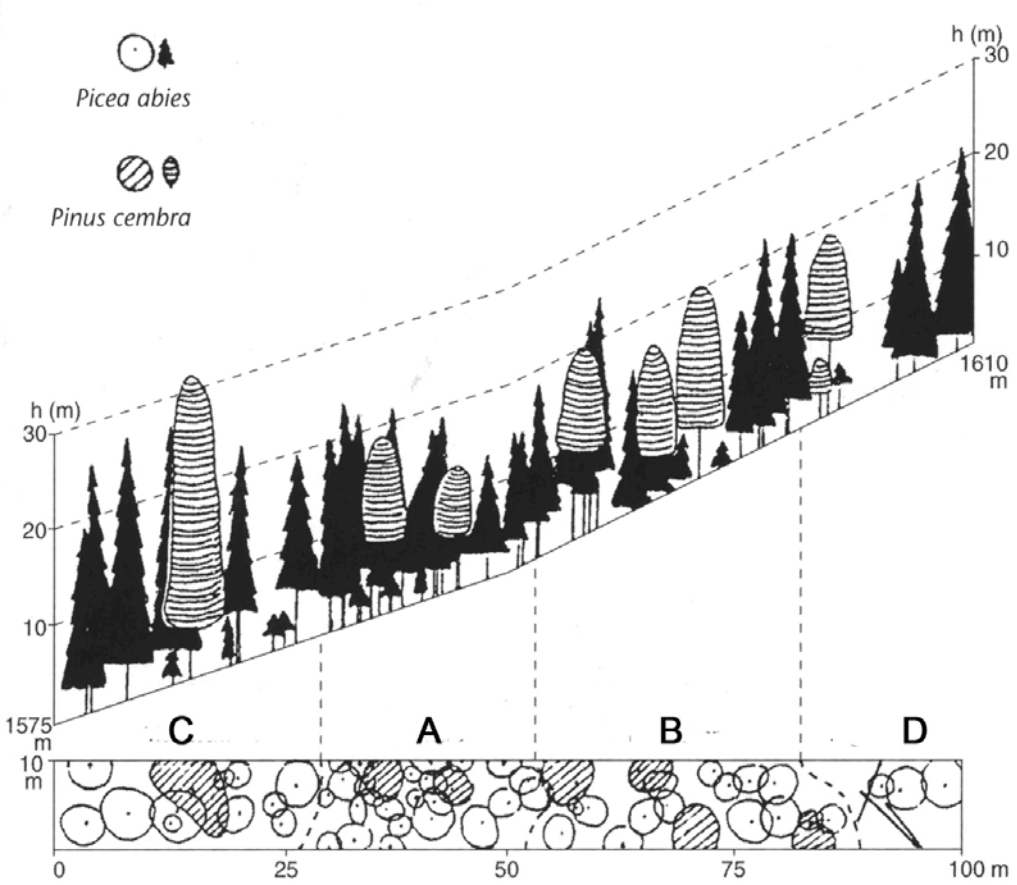


Рис. 9. Структура кедрово-елового леса в заповеднике Калимани на топоэкологическом профиле, Румыния (по: Giurgiu, Doniţă, Bândiu et al.,116).
Acc. ***Pino cembrae-Piceetum*** (Chifu et al., 1984).

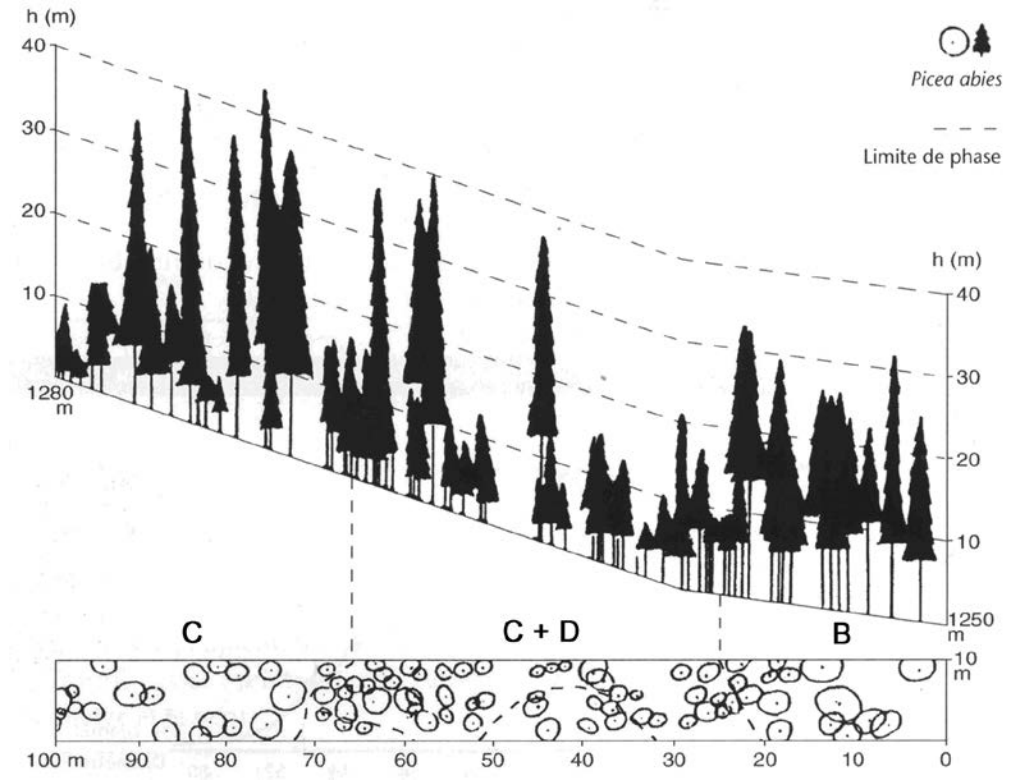


Рис.10. Структура ельника в заповеднике Кодрул на топоэкологическом профиле, Румыния (по: Giurgiu, Doniţă, Bândiu et al.,116).
Acc. ***Hieracio rotundato-Piceetum*** (Pawl. et Br.-Bl., 1939).

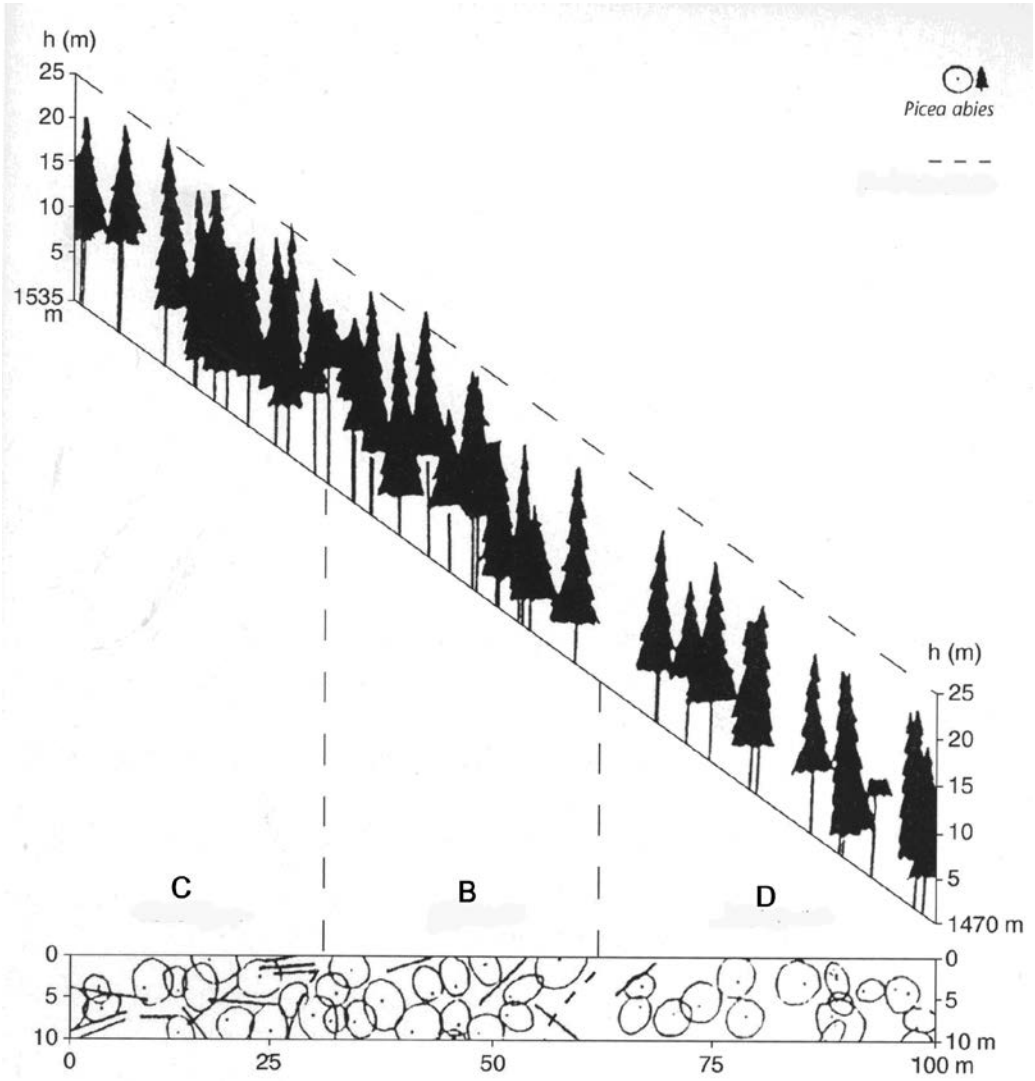


Рис. 11. Структура производного (вторичного) ельника в заповеднике Кодрул на топоэкологическом профиле, Румыния (по: Giurgiu, Doniţă, Bândiu et al., 116).
Acc. ***Hieracio rotundato-Piceetum*** (Pawl. et Br.-Bl., 1939).

С помощью этих профилей авторы анализируют приуроченность рассматриваемых сообществ к определенным параметрам природной среды (высота местности над у. м., экспозиция, почвенные условия), а также исследуют возрастную структуру древостоев и выделяют общепринятые в лесной таксации фазы в развитии сообществ: молодняки, спелые, перестойные и регенерирующие. Почему-то, однако, у них нет категории «приспевающие».

Любопытно и сопоставление двух участков леса (рис. 10 и 11), относящихся к одной ассоциации ***Hieracio rotundato-Piceetum*** (Pawl. et Br.-Bl., 1939). Но на рис 10 представлено коренное сообщество, а на рис. 11 – длительно производное (возможно, по составу напочвенного покрова его надо назвать условно коренным, тем более оба ельника отнесли к одной ассоциации). Однако как различны они по структуре древостоя и ряду других параметров!

Очень широко используют профиля в своей работе болотоведы. Топоэкологический профиль позволяет совместить анализ растительности и торфяной залежи, понять связь растительного покрова болотного массива с определенными его участками, различными по уклону поверхности, уровню болотно-грунтовых вод, трофности и т. д. Примером может служить профиль, заложенный через один из верховых болотных массивов огромной болотной системы Себболото в Архангельской области (рис. 12).

Профиль этого болота асимметричен, вершина смещена к краю, такой тип строения называется пологовыпуклый [16] или эксцентрический по скандинавской терминологии [123].

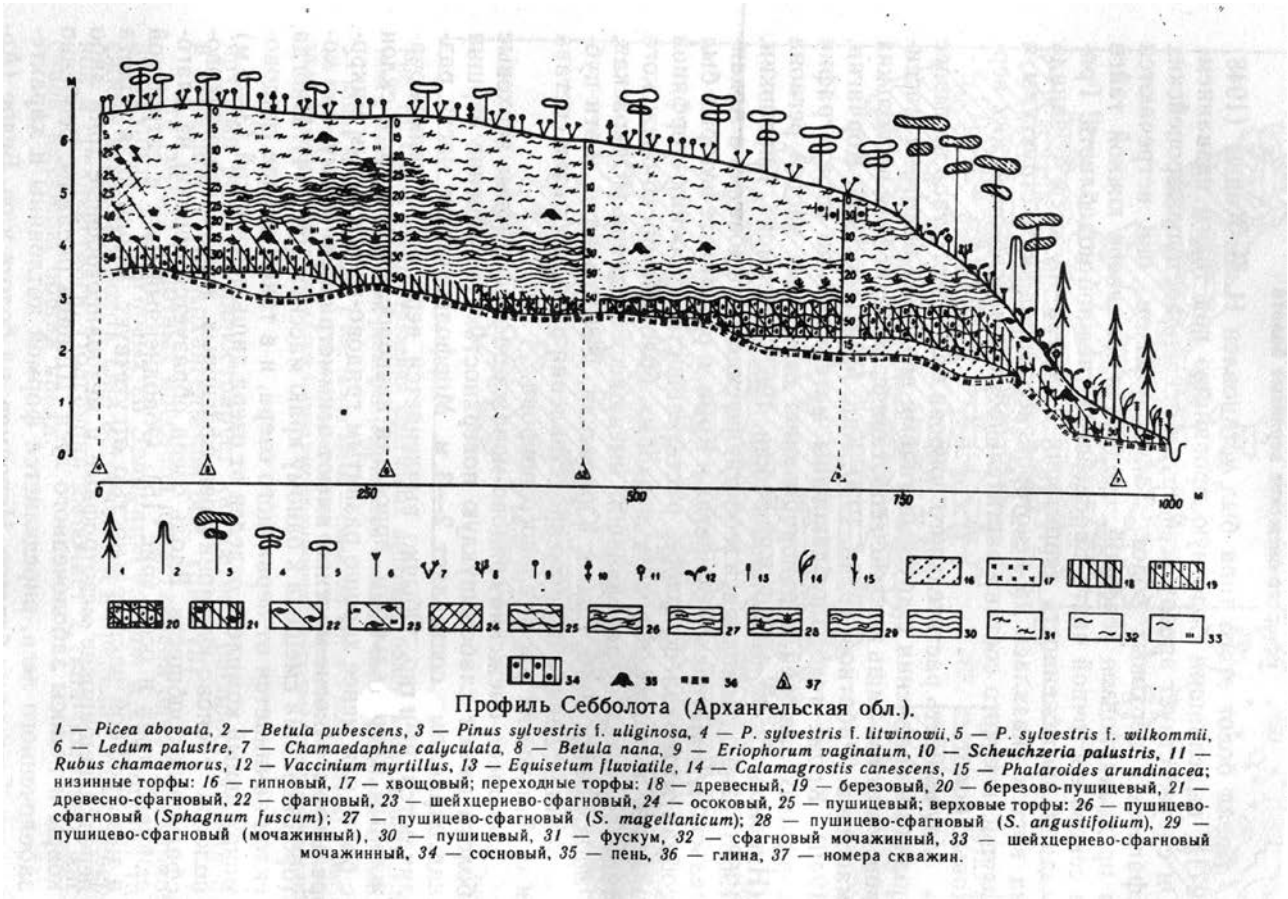


Рис. 12. Топоэкологический профиль через верховое болото онежско-печорского типа (по: Юрковская, 100).

Смену растительности по профилю, в упрощенном виде, можно представить как сосново-пушицево-кустарничково-сфагновые сообщества (*Sphagnum fuscum)* на вершине с сосной форм Литвинова и Вилькомма; грядово-мочажинный комплекс в верхней слабонаклонной части склона – на грядах сообщества кустарничково-сфагновые с сосной формы Вилькомма, в мочажинах пушицево-шейхцериево-сфагновые (*S. majus*). Ниже уклон возрастает, уровень болотно-грунтовых вод понижается, и на грядах вновь появляется сосна ф. Литвинова, а в мочажинах пушицево-сфагновые сообщества (*S. balticum*); на крутом склоне комплексность исчезает. Произрастают сосново-кустарничково-сфагновые (*S. angustifolium*) сообщества с сосной ф. топяная, среди болотных кустарничков появляется черника, и в самой нижней части профиля у ручья растет ельник вейниково-канареечный. Соответственно меняется и торфяная залежь, виды торфа, их ботанический состав и мощность торфяных отложений.

Блокдиаграммы

Блокдиаграммы и катены применяются геоботаниками значительно реже, чем профилирование, т.к. их создание требует больше времени и бóльших знаний в области смежных научных дисциплин (почвоведение, физическая география). Однако эффективность их использования для выяснения взаимосвязи растительности и природной среды, положения растительных сообществ на местности, очень велика. В настоящее время в какой-то степени блокдиаграммы заменяет изображение растительного покрова в «3D». И вновь обратимся к примерам (рис 13).

Профессор Франко Педротти приводит этот рисунок в учебнике по геоботаническому картографированию. Он, как и автор этих рисунков, использует понятие **серия** в смысле, предложенном в свое время французскими учеными профессорами Г. Госсеном (H. Gaussen,

115) и П. Озанда (P. Ozenda, 119). В отечественной литературе этому понятию соответствует **ряд трансформации** [21]. Каждой серии на рисунках присвоен свой цвет, а тоном изображены стадии. Наиболее насыщенным цветом изображены коренные сообщества (климакс), самый светлый тон соответствует наиболее нарушенному в данных условиях сообществу. На блокдиаграммах отчетливо видна связь коренных и замещающих их производных сообществ с высотой местности, почвообразующей породой и т.д.

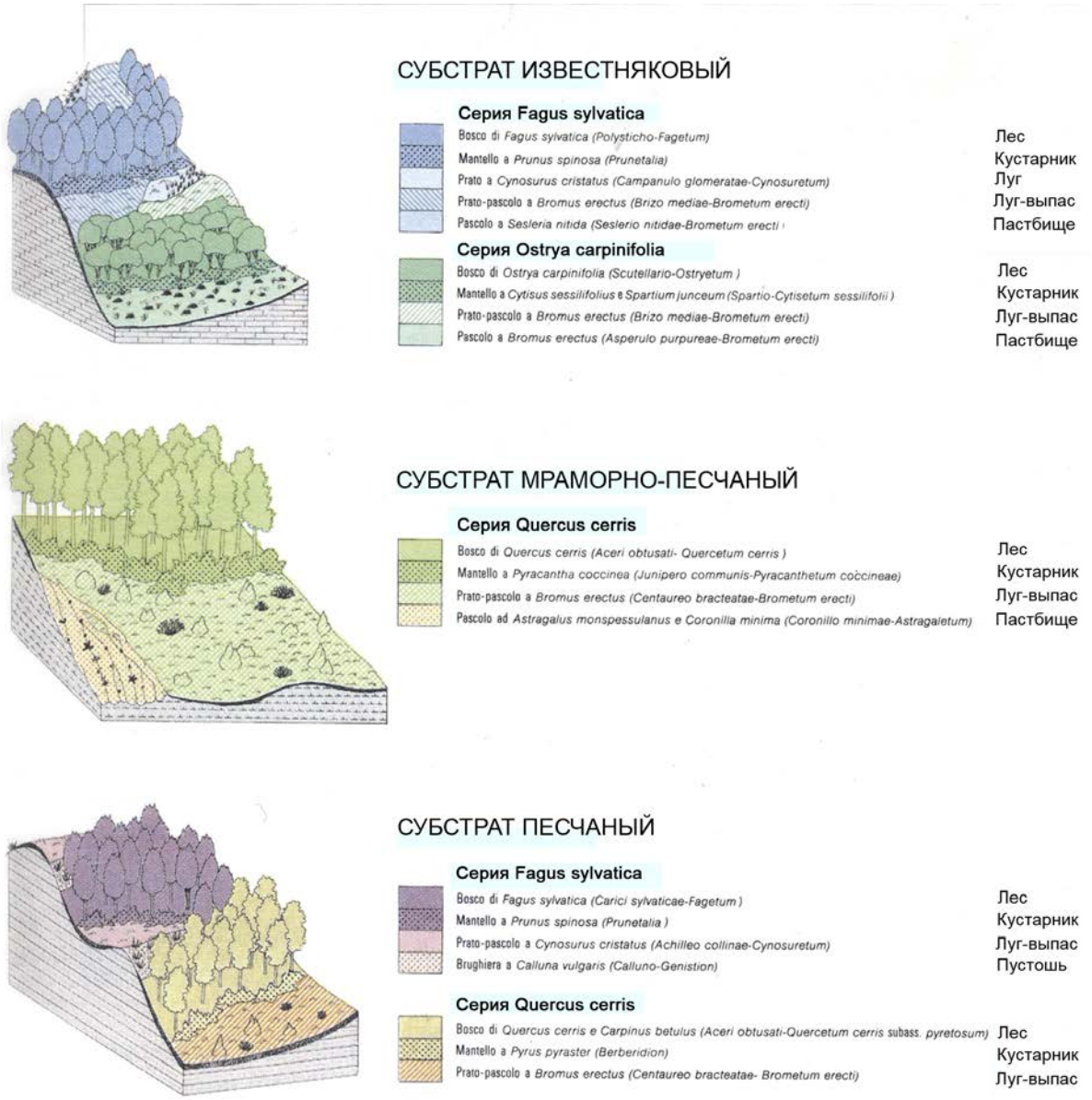


Рис. 13. Блокдиаграммы серий растительности (рядов трансформации) на разных субстратах, Италия (по: Biondi et al., 111 из Pedrotti, 121).

На рис. 14 помещен космический снимок в программе 3D. На нем хорошо видно, что дистрофные верховые болота южноприбеломорского типа занимают водоразделы, а леса оттеснены к их краям и сосредоточены на склонах.

Катены

Еще более наглядно вырисовываются взаимоотношения растительных сообществ с природной средой на катенах. Катена дает представление не только о положении сообществ в пространстве, но и их месте в геохимическом цикле. Особенно ярко на катенах проявляется

связь растительности и почв. Приводимые мною ниже рисунки взяты из Национального атласа почв Российской федерации [НАП] [56].

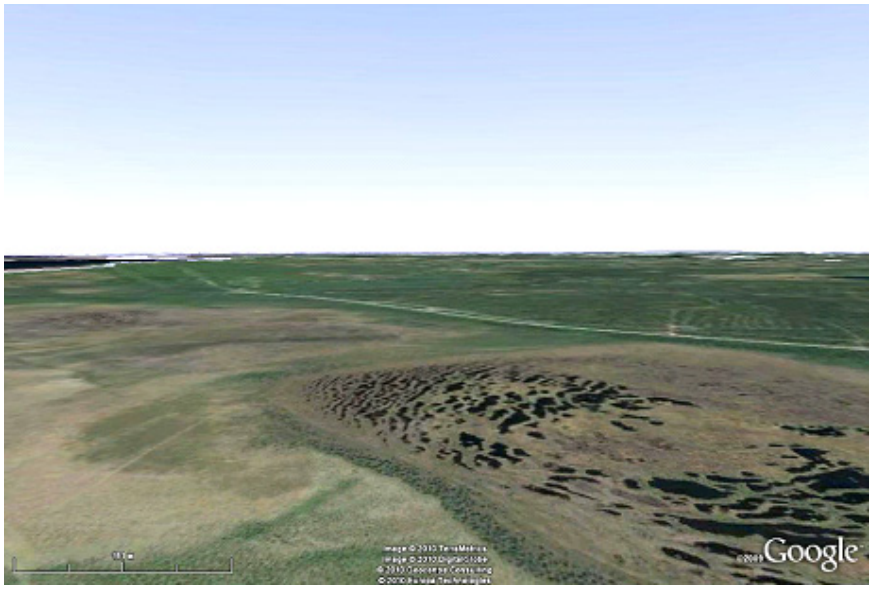


Рис.14. Южноприбеломорское болото на левобережье С. Двины, Архангельская область, в программе 3D.

На рис. 15 изображена типичная картина для Заонежья, очень своеобразного геоботанического округа [101, 125]. На вершинах сельг (сельгами называются скалистые возвышенности, вытянутые преимущественно с северо-запада на юго-восток, т. е в направлении, в котором двигался ледник) коренные породы часто обнажены или прикрыты слоем элюво-делювиальных отложений. Почвы представлены подбурами. К вершинам и верхним частям склонов приурочены олиготрофные сосняки. Сомневаюсь, что это куксар-

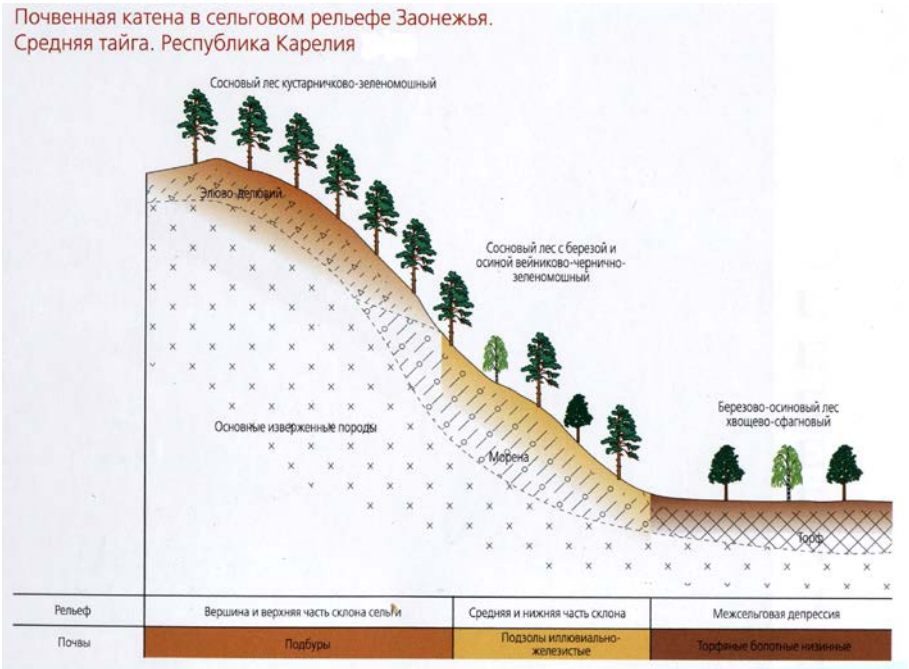


Рис. 15. Катена в Карелии (по: Урусевская и др., 82, из НАП, 56)

ничково-зеленомошные,как указано на рисунке, обычно здесь сосредоточены лишайниковые сосняки или сосняки каменистые [108, 101, 48 и прочие]. В средних и нижних частях склонов, прикрытых мореной, развиваются подзолистые почвы. Здесь растут сосняки с *Calamagrostis arundinacea*, нередки елово-сосновые сообщества по флористическому составу

близкие к южнотаежным лесам, в межсельговых понижениях обычны евтрофные болота или заболоченные и болотные леса. В древостое последних встречаются даже такие невероятные сочетания как представленные на данной катене. Типичная растительность Заонежья охраняется в заповеднике Кивач и ее синтаксономия и ряд других вопросов рассмотрены во многих работах [50, 47, 48 и пр.].

Совершенно другая картина растительности наблюдается в ином географическом пространстве в условиях южной тайги в конечно-моренном рельефе. Следует только сделать примечание, что почвоведы в отсутствие геоботаников дают не очень точные названия растительных сообществ, что особенно бросается в глаза на рис. 16. Полагаю, что катены должны создаваться и изучаться как результат комплексных исследований специалистов (почвоведов, геоботаников, геохимиков).

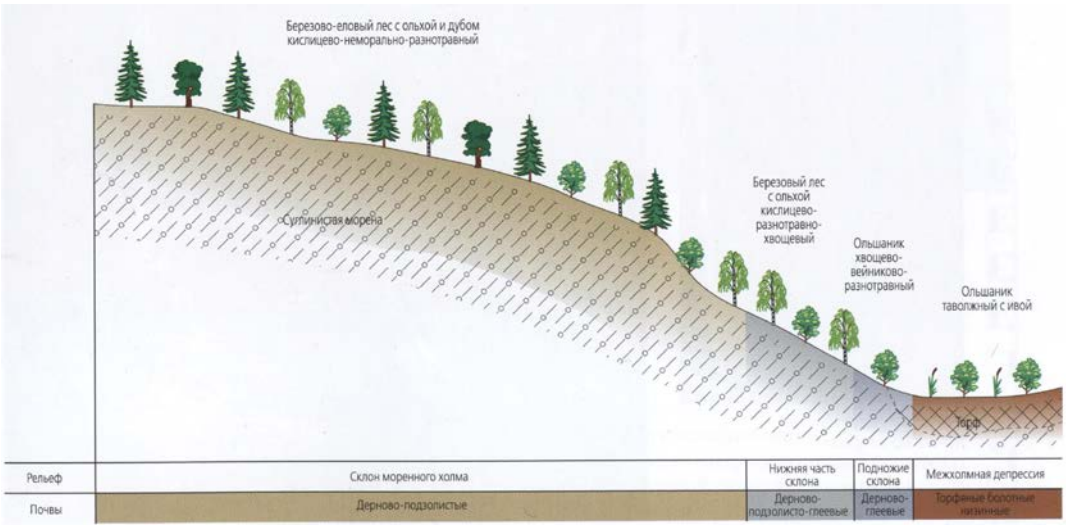


Рис.16. Катена в Новгородской области. Валдайская возвышенность, конечно-моренный рельеф, южная тайга (по: Урусевская и др., 85 из НАП, 56).

Я привела 4 рисунка разных катен, чтобы подчеркнуть, как наглядно с их помощью можно представить растительность и ее связи в разных частях Земли.

На рис.17 представлена катена, составленная для Зейско-Буреинской низменности, одного из регионов Дальнего Востока. На рис. 18 изображена катена, выполненная в степях Забайкалья.

Рис.17. Катена в Амурской области, Зейско-Буреинская низменность (по: Рубцова, 68, из НАП, 56).

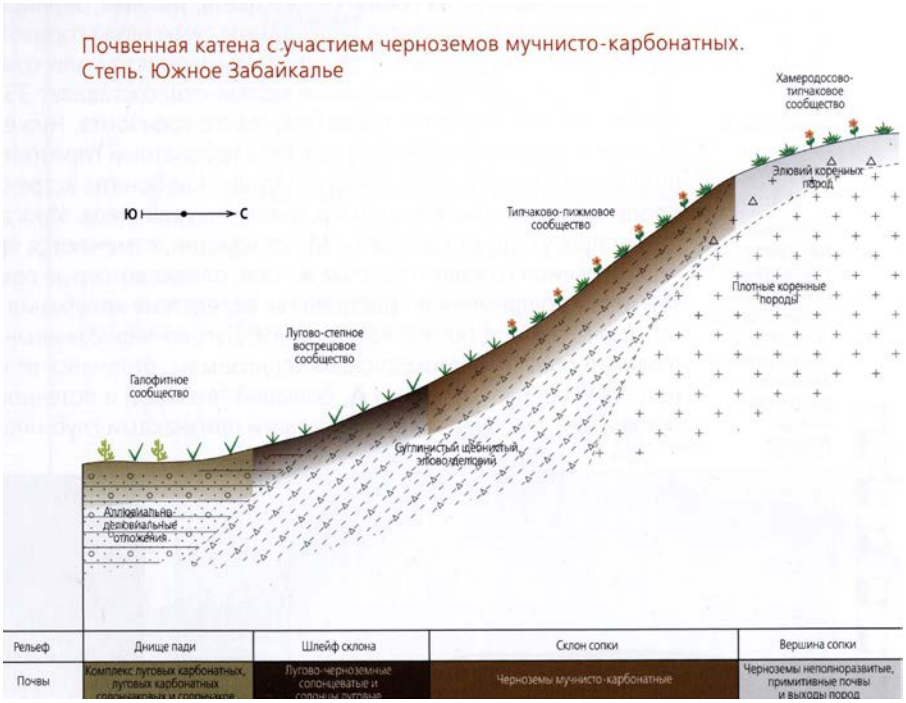


Рис. 18. Катена в Забайкалье (по: Красеха, 43, из НАП,56).

Между прочим, обратите внимание на рис. 15 и 18. Сравнивая их вершины, отметим, что на той и другой катене почвенный покров на вершинах практически отсутствует, они прикрыты элюво-делювием, а как различны сообщества. В первом случае (рис.15) это крайне бедный сосновый лес, а во втором (рис.18) – хамеродосовая степь.

Я обращаю на это внимание потому, что хочу еще раз подчеркнуть как важно положение растительного сообщества в географическом пространстве. Не отдельные факторы (почва, увлажнение, температура, мерзлота, широта и долгота местности, рельеф и т.п.) обуславливают произрастание той или иной растительности, а вся совокупность природных условий данной территории, данного региона, данного географического пространства.

Среди геоботаников России катенарный подход продуктивно использовал С.С. Холод в ряде своих работ для изучения закономерностей освоения растительностью горных склонов в тундровой зоне, картографирования растительности и прочее [87].

Островной эффект

Особую проблему рассматриваемой темы представляет изучение растительных сообществ, оказавшихся в условиях изоляции (острова, горные вершины, или изоляция как следствие антропогенной фрагментации растительного покрова). Однако эту проблему в данной лекции я рассматривать не буду. Отмечу лишь очень интересные исследования ее, осуществляемые В.В.Акатовым [2].

Трансекты

В заключение первой части лекции обратимся к трансектам. Трансекты представляют собой полосы произвольной ширины и длины, закладываемые вдоль маршрута или профиля. Ценность трансекты повышается, если она сопровождается зарисовкой профиля. На трансектах производится описание и зарисовка или картографирование растительности и таким образом мы вплотную подошли к картографическому методу изучения растительности. Трансекты обычно закладываются там и тогда, когда растительность имеет очень сложную гетерогенную структуру, обусловленную разными факторами

неоднородности среды: микро- и нанорельефом, экспозицией, гидрологией, засолением, деятельностью животных и т.п. На трансектах часто изучается продуктивность растительного покрова, а также выполняются многие работы, требующие инструментальной съемки с помощью различных приборов.

На следующем рисунке изображена трансекта и профиль, заложенные на верховом болоте, расположенном на низкогорном кряже Ветреный пояс, протянувшемся вдоль побережья Белого моря на границе Карелии и Архангельской области (рис. 19). Участок представляет собой грядово-мочажинно-озерковый комплекс, нарушенный вследствие тектонических подвижек в пределах кряжа, в результате из некоторых озерков ушла вода, а гряды стали выше, профиль участка приобрел ступенчатый характер. Сложный гетерогенный характер растительности мы и попытались отразить [24]. На расположенном ниже профиле показано положение участка в пределах болота (рис. 19а).

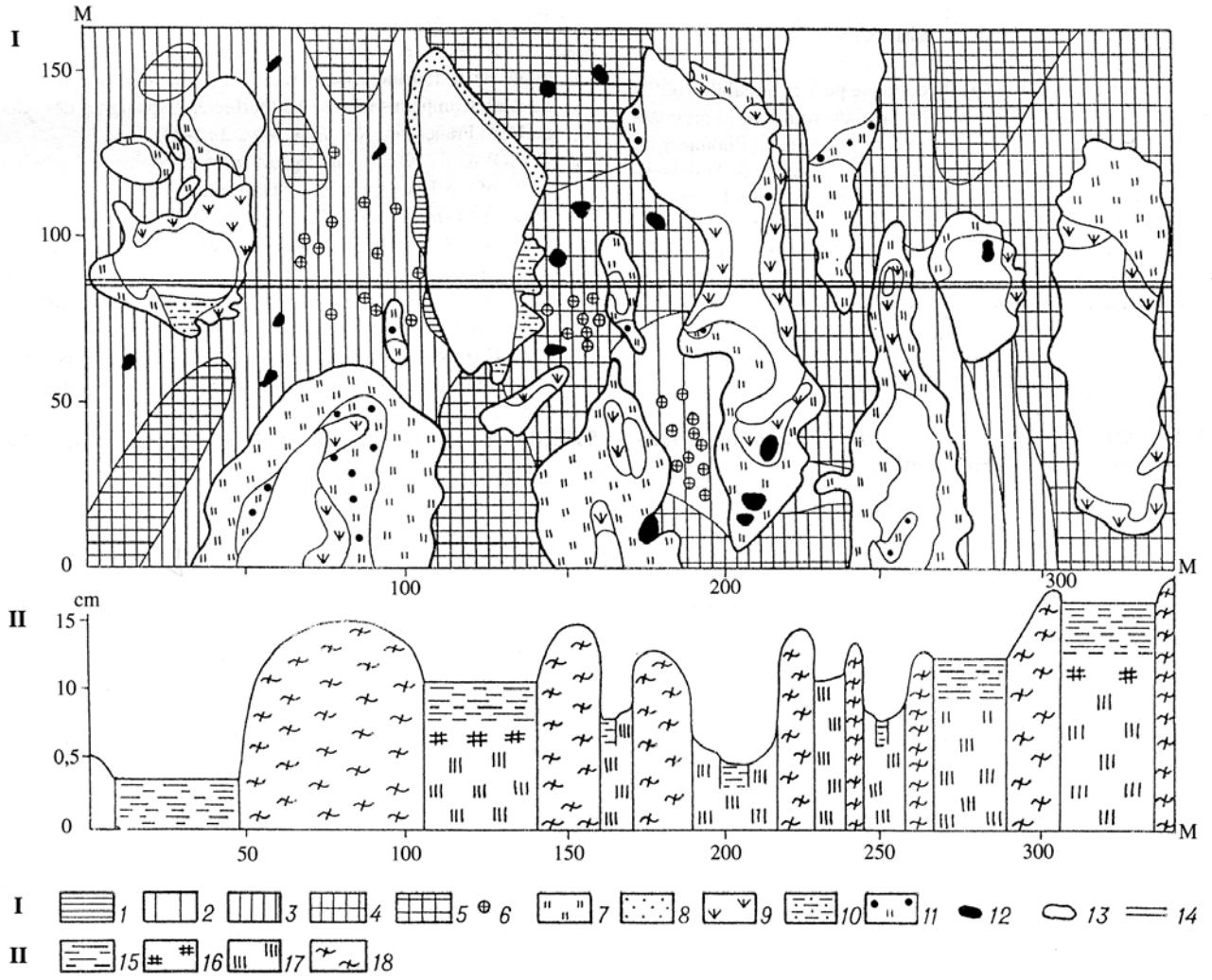


Рис. 19. Трансекта и профиль участка грядово-мочажинно-озеркового комплекса на низкогорном верховом болоте. Ветреный пояс, северо-восток Карелии (по: Yourkovskaja, 124).

I – растительность: 1 растительные сообщества гряд(1-6): 1- Andromeda polifolia-Eriophorum vaginatum–Sphagnum fuscum 2- Pinus sylvestris-Betula nana+Vaccinium uliginosum+Ledum palustre–S. russowii, 3- Pinus sylvestris-Empetrum hermaphroditum+Calluna vulgaris–S.fuscum-Cladinae, 4- Pinus sylvestris- Empetrum hermaphroditum+Calluna vulgaris+Vaccinium uliginosum–Cladinae, 5- Empetrum hermaphroditum+Calluna vulgaris–Cladinae, 6- Pinus sylvestris (крупные деревья); растительные сообщества мочажин (7-11) : 7- Andromeda polifolia-Trichophorum cespitosum–S.balticum, 8- Trichophorum cespitosum–S. majus, 11- Andromeda polifolia-Trichophorum cespitosum–Algae; 12- пятна обнаженного торфа, 13- озерки, 14- линия профия.

II – вертикальный разрез по профилю: 15- уровень воды в озерках, 16- взвешенные в воде растительные остатки17-шейхцериевый торф, 18- фускум торф.

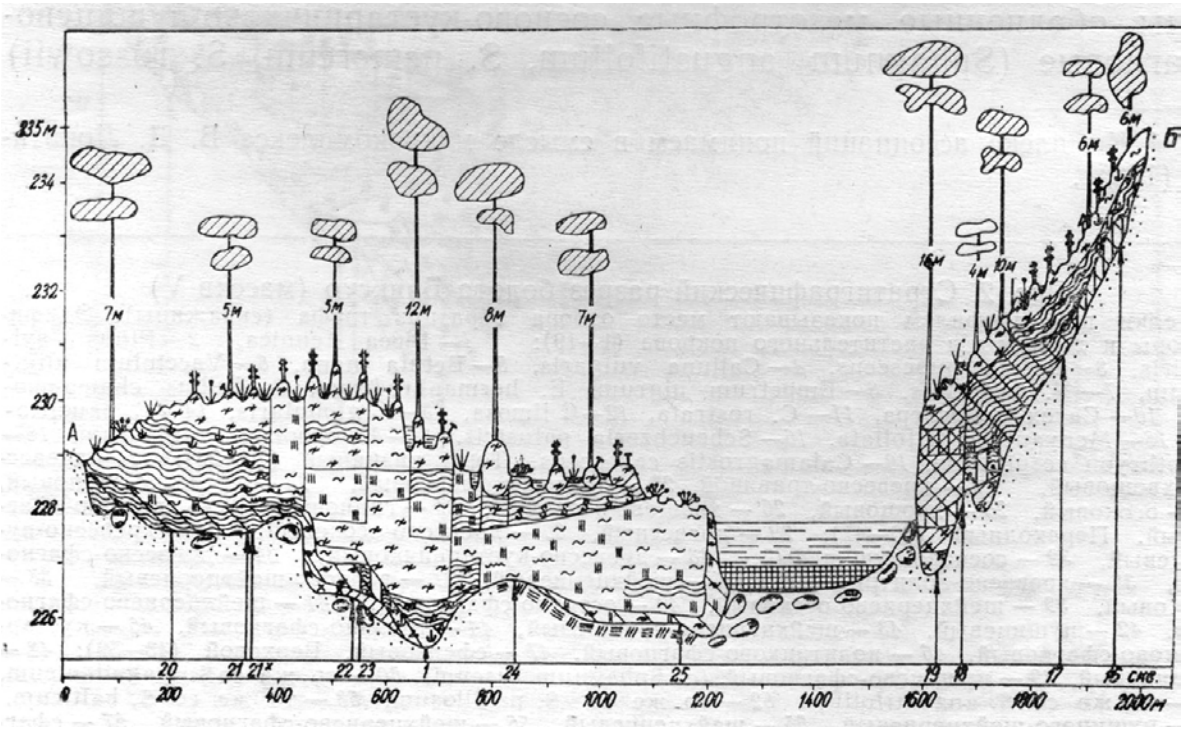


Рис. 19 а. Положение трансекты (рис.19) в пределах болотной системы. Трансекта расположена между ПК 600 и 850 м (по: Елина, Юрковская,24).

Следующиая трансекта (рис.20) была заложена в Лапландском заповеднике. Эта трансекта, сопутствующий ей профиль и ниже расположенные графики результат сложной комплексной работы, проводившейся БИН РАН, (руководитель к.б.н. И.И. Паянская-Гвоздева, лаборатория географии и картографии растительности) и ЛЭТИ (руководитель проф. А.А. Бузников, б. зав. кафедрой физической электроники и оптико-электронных приборов Ленинградского электротехнического института им. В. И. Ульянова (Ленина)).

Суть работы заключалась в том, чтобы определить влияние загрязнения со стороны Мончегорского медно-никелевого комбината, расположенного к северо-востоку от заповедника и возможность применения в этих целях спектрального анализа. На трансекте производили геоботанические описания и картографирование, делали отбор проб надземной массы на площадках с последующим химическим анализом и определяли видимые повреждения хвои ели (хлороз и некроз). Кроме того с помощью специально сконструированных под руководством профессора А. А. Бузникова оптических спектрометров проводился эксперимент по спектральному анализу растительности одномоментно на трансекте (ручным спектрометром) и с вертолета. В результате выяснилось, что спектральные характеристики хорошо отражают степень повреждения, что было подтверждено данными анализа коэффициентов спектральной яркости [112].

В качестве успешного опыта использования метода трансект в сочетании с профилированием для изучения сложной гетерогенной структуры растительности болотных комплексов следует назвать книгу Т. Г. Ивченко [30].

Геоботаническое картографирование

Итак, мы плавно подошли к проблеме геоботанического картографирования. Геоботаническим картам были посвящены мои лекции на двух предыдущих школах, так что вряд ли я здесь сумею сказать что-то новое, но без карт невозможно было бы представить в полном объеме растительность в географическом пространстве. О разнообразии геоботанических карт, их типах и картографической изученности растительности России в сжатом формате можно прочесть в работе Т.В.Котовой [41].

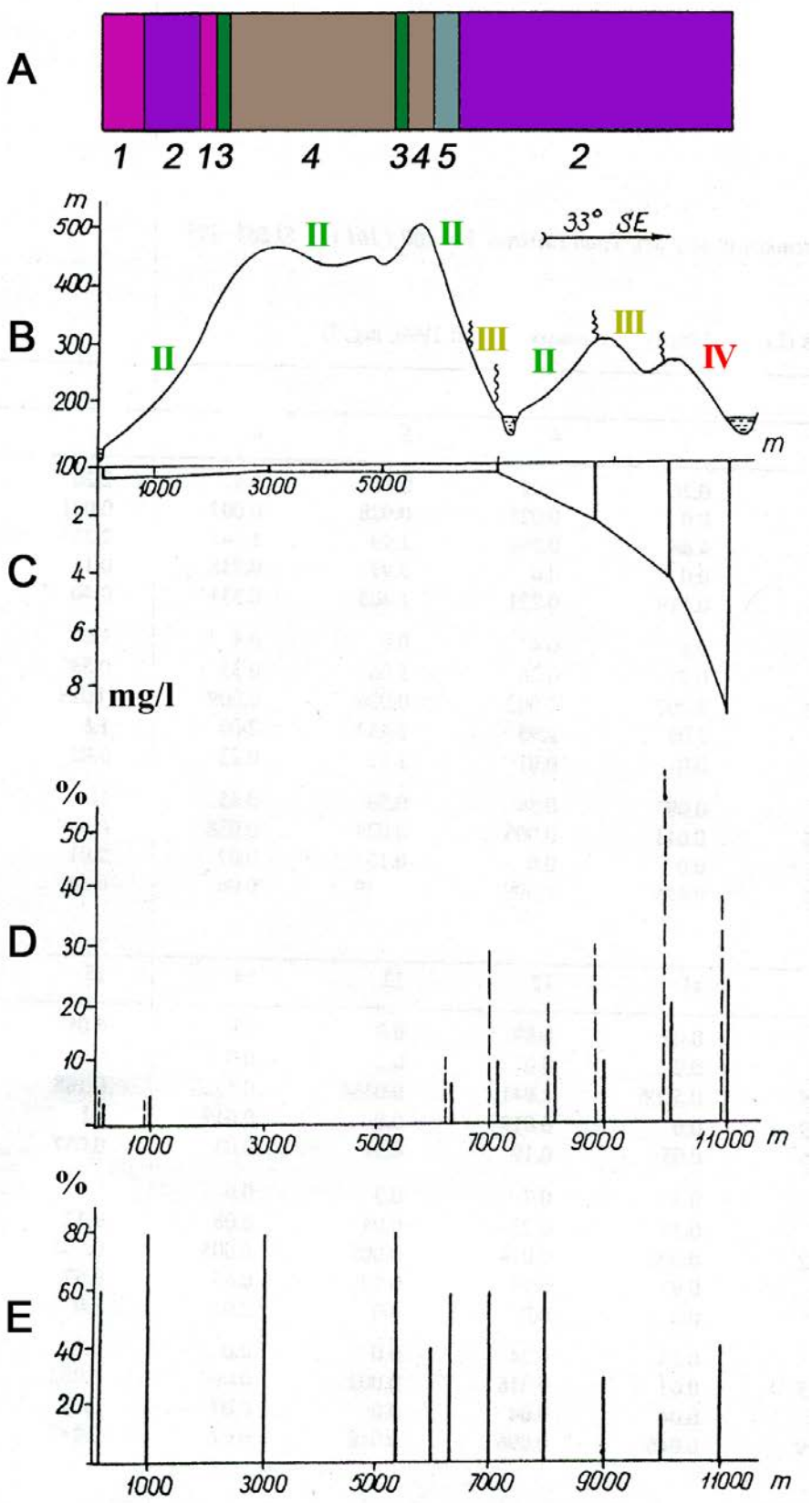


Рис. 20. **A:** Трансекта через низкогорный участок на востоке Лапландского заповедника от оз. Чунозеро через горный хребет Чуна-тундра до оз. Куркъявр, протяженностью 11 км. Растительность: 1, acc. Piceetum dryopteridoso-myrtilloso-hylocomiosum, 2, acc. Piceetum-empetroso-myrtilloso-hylocomiosum, 3, acc. Parvo-Betulosum myrtilloso-hylocomiosum; 4, acc. Polytrichetum cetrarioso–hylocomiosum; 5, acc. Cetrarietum empetroso- myrtillosum. **B**: Профиль и степень деградации растительных сообществ (II-IV). **C:** Концентрация Mg^{2+} . **D:** повреждение хвои ели (1- хлороз, 2- некроз). **E:** степень покрытия (%) мохово-лишайникового покрова.

Рис. 21. Восточный склон горы, обозначенный на профиле рис. 20 под цифрой **IV.**

Картографический метод изучения растительного покрова позволяет создать пространственное представление об изучаемых объектах, установить связи с орографическими (гипсометрическими) и почвенными условиями, а также выявить закономерности распределения их в зависимости от зонального и секторного (меридионального) положения (т.е. от макроклиматических факторов),

Главное свойство любой карты – ее обзорность, это одно из свойств, которое позволяет рассматривать карту как модель растительного покрова. Карта благодаря свойству обзорности дает возможность человеку, ограниченному в своем восприятии окружающего пространства, подняться над этой ограниченностью, увидеть, оценить и проанализировать интересующие его объекты на больших пространствах в их многообразии и взаимосвязях. Возможность подобного обзора человек получает и поднявшись высоко над землей, т.е. при аэровизуальных наблюдениях, но преимущество модели – карты состоит в том, что она не мелькает под тобой в одно мгновение, как при полете, а лежит на столе или на мониторе компьютера перед твоими глазами и возвращаться к ней можно, анализируя, вновь и вновь.

Крупномасштабные карты

Начну с карт крупного масштаба и приведу несколько карт и карт-планов, на которых изображены сообщества разных ассоциаций, а иногда также субассоциаций и вариантов. Это необходимо для того, чтобы наглядно представить их размеры, их место в пространстве. Повторю, что человек крайне ограничен в своем восприятии пространства. Например, работая в лесу, мы с трудом различаем границы пробной площади, да и на открытых пространствах наш взор различает четко немногим бóльшую площадь. Именно поэтому, чтобы определить границы растительных сообществ, мы закладываем профили и трансекты, картографируем, пытаемся преодолеть нашу ограниченность, используя дистанционные материалы, в первую очередь аэро- и космоснимки.

В самом крупном масштабе (1:500 – 1:1000) обычно детально картируется небольшой участок – пробная площадь конкретного сообщества, участок комплекса сообществ. Для такого картирования не требуется сложный инструментарий. Но картографированию предшествует целый ряд геоботанических описаний, чтобы выбрать типичный участок и создать предварительную легенду. На рисунке 22 представлен участок многочленного грядово-озеркового комплекса на южнопрбеломорском верховом болоте и грядово-мочажинного комплекса аапа болота в северной Карелии. Такие карты позволяют не только установить размеры сообществ той или иной ассоциации или более мелких единиц, но и начать анализ структуры растительности.

Карты-планы структуры комплексов М 1:1000

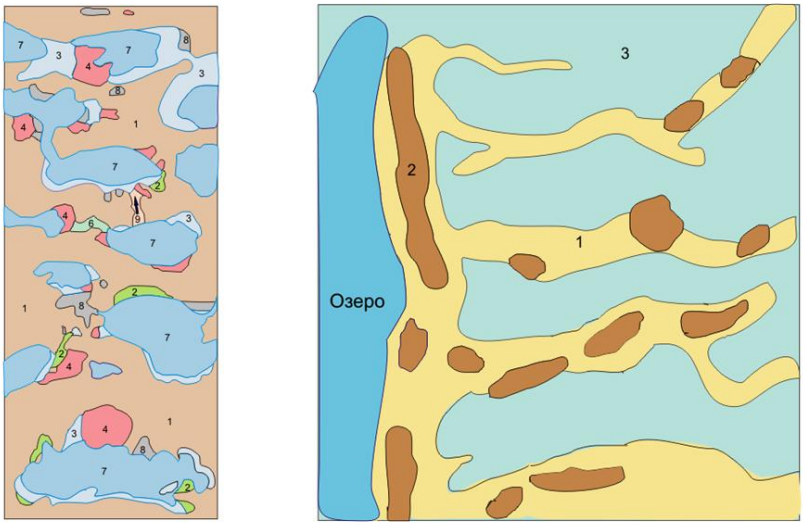


Рис.22. Крупномасштабные карты-планы растительности грядово-озеркового денудированного комплекса на южноприбеломорском дистрофном верховом болоте (слева) и грядово-мочажинного комплекса аапа болота в северной Карелии. М 1:1000 (уменьшено).

Фитоценозы и их фрагменты: слева – 1- Calluna vulgaris-Cladina, 2- Andromeda polifolia-Trichophorum cespitosum-Sphagnum balticum-Hepaticae, 3- Carex rariflora-Scheuchzeria palustris-S. balticum, 4-Carex rariflora-S.majus-S.papillosum, 5-голый торф, 6- Trichophorum cespitosum-Hepaticae, 7- вторичные озерки, 8- Rhynchospora alba- Hepaticae- S.majus; справа – 1 Carex lasiocarpa-Trichophorum cespitosum- S.papillosum, 2- Chamaedaphne calyculata-Menyanthes trifoliata-S.fuscum, 3-Carex limosa- Menyanthes trifoliata-Utricularia intermedia.

На следующих рисунках я хочу показать, как выглядят эти участки на фотографии, т.е. в натуре, на аэро- и космоснимке (рис. 23-30).

Грядово-озерковый комплекс фото Д.А.Филиппова

Рис. 23. Грядово-озерковый комплекс на южноприбеломорском дистрофном верховом болоте вблизи Архангельска. Фото Д.А.Филиппова.

Рис. 24. Грядово-мочажинно-озерковый комплекс на южноприбеломорском дистрофном верховом болоте в Карелии. Фото В.К. Антипина.

Рис. 25. Южноприбеломорское дистрофное болото с грядово-озерковыми денудированными комплексами. Фото с вертолета П.Н. Токарева.

На переднем плане хорошо видны «черные» мочажины, они лишены мохового покрова либо он представлен печеночными мхами. В таких мочажинах очень часто на поверхность выходит газ метан CH_4.

Рис. 26 Аэрофотоснимок, южноприбеломорские дистрофные болота с грядово-озерковыми денудированными комплексами на Поморском берегу Белого моря, Карелия. Знаком плюс отмечены леса в долинах рек.

Рис. 27. Космоснимок южноприбеломорских дистрофных болот на северо-востоке их ареала.

Рис. 28. Грядово-озерково-мочажинный комплекс на аапа болоте. Республика Коми. Фото Н.Н.Гончаровой.

На фотографии (рис 28) бросаются в глаза мочажины-озерки (римпи) столь характерные для аапа болот. Низкие осоково-сфагновые гряды – второй характерный элемент болот этого типа. На заднем плане видны редко разбросанные по грядам высокие кочки со *Sphagnum fuscum.* Все 3 составные части этого комплекса были изображены и на карте (рис.22), но в Карелии и Коми они обычно представлены фитоценозами разных ассоциаций.

Рис. 29. Аэрофотоснимок, аапа болота среди лесов Карелии.

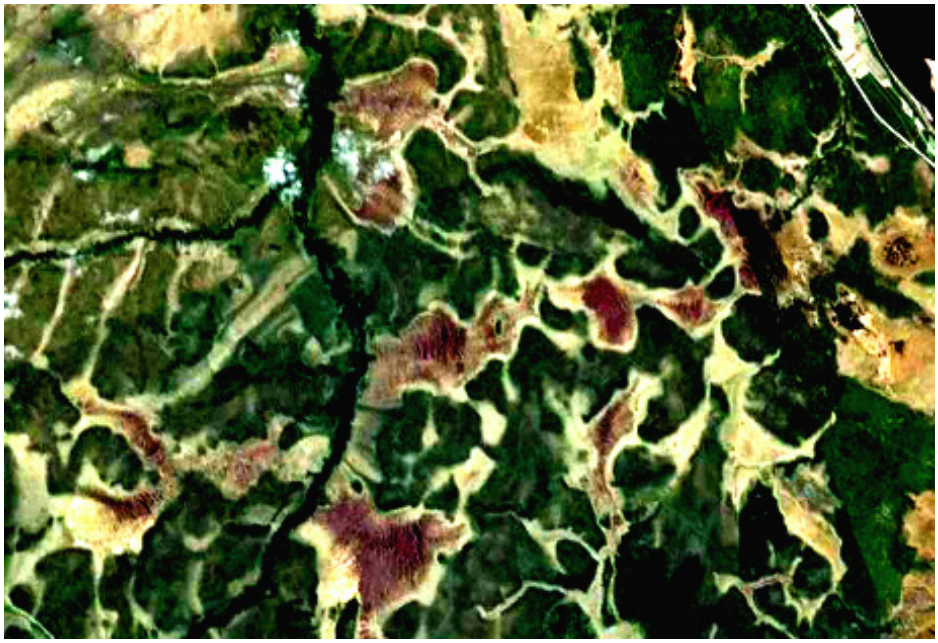


Рис.30. Аапа болота в тайге на космическом снимке.

Нередко в качестве основы используются планшеты лесоустройства М 1:25000 или 1:50 000. Они удобны тем, что на них изображена не только географическая основа, но произведена раскраска лесных выделов по породам. Остается только насытить эти выделы геоботаническим содержанием и соответственно ему несколько изменить контуровку. Я часто пользовалась этим приемом при составлении карт растительности Карелии, Калининской (ныне Тверской) и Московской области.

Это карта участка северной тайги Карелии, составленная на основе лесотаксационного планшета (рис.31). На ней еловые и сосновые леса чередуются с болотами.

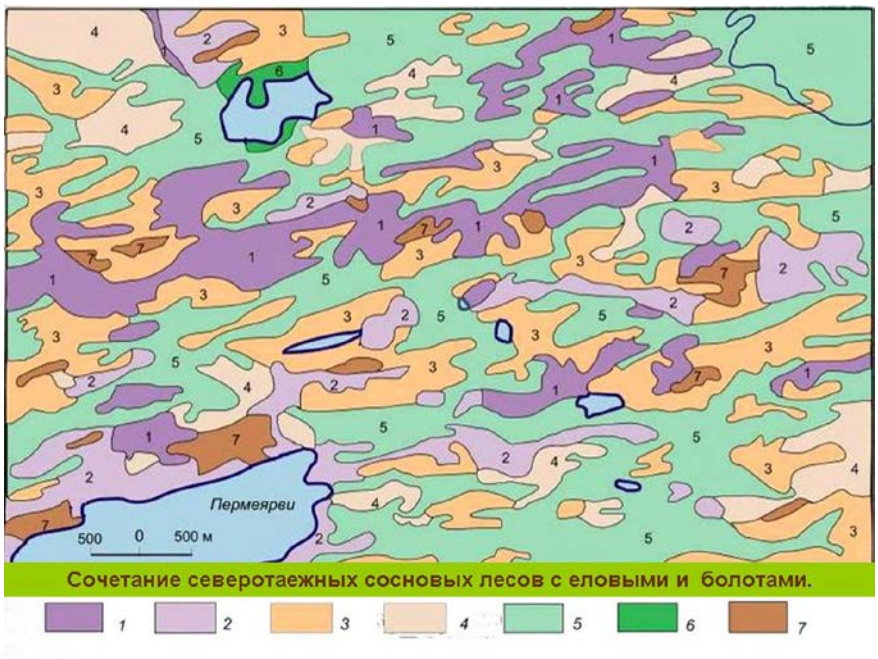


Рис.31. Крупномасштабная карта растительности ключевого участка у оз. Пермеярви, Карелия.

Северотаежные леса: 1 - еловые кустарничково-зеленомошные, 2 - еловые сфагновые, 3 - сосновые редкостойные кустарничковые зеленомошно-лишайниковые, 4 - сосновые редкостойные сфагновые. **Болота**: 5 - грядово-мочажинные травяно-сфагново-гипновые аапа, 6 - осоково-хвощевые евтрофные, 7 - сосново-кустарничково-сфагновые мезоолиготрофные

На следующем рисунке аналогичная карта другого участка, и на ней преобладают сосновые леса и болота, ельники встречаются крайне редко (рис.32). Оба участка характерны для северной тайги Карелии, но первый, где много еловых лесов, характерен для моренных равнин с разомкнутым покровом, а второй – для водно-ледниковых песчаных равнин с сомкнутым покровом. Последний вывод мы уже получаем не непосредственно в поле, а сравнивая нашу карту с картой геоморфологической. В этом заключается также одно из преимуществ карты – возможность ее сопоставления с широким кругом природных карт и получении соответствующей информации.

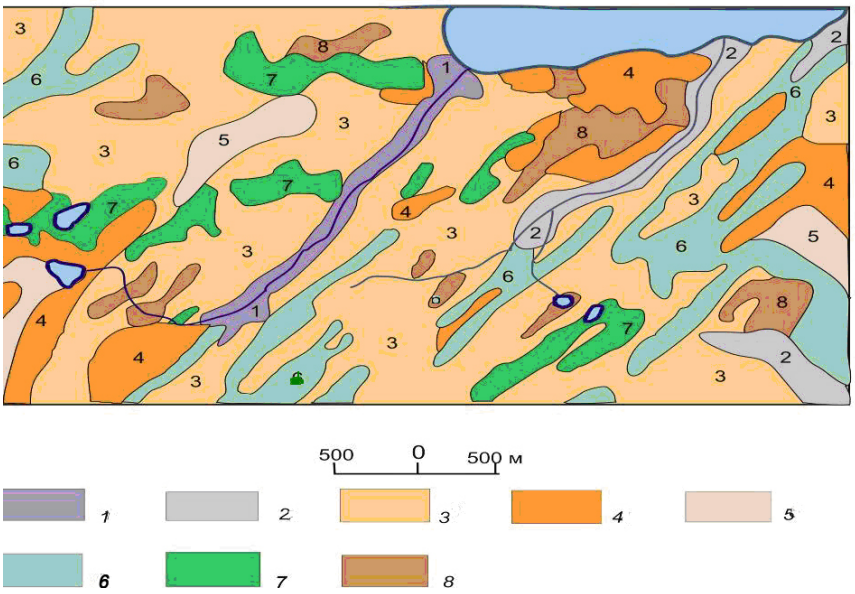


Рис 32. Крупномасштабная карта растительности ключевого участка у оз. Воопярви, Карелия.

Северотаежные леса: 1 - еловые водянично-черничные и водянично-чернично-брусничные зеленомошные, 2 - еловые сфагновые, 3 - сосновые багульниково-чернично-брусничные зеленомошные, 4 - сосновые водянично-брусничные лишайниковые, 5 - сосновые сфагновые. **Болота**: 6 - грядово-мочажинные травяно-сфагново-гипновые аапа, 7 - осоково-сфагновые мезотрофные, 8 - сосново-кустарничково-сфагновые олиготрофные.

Обратим внимание также на то, что несмотря на одинаковый масштаб растительность лесов на них изображена с разной степенью детальности. На первой карте (рис.31) показаны группы ассоциаций, а на второй (рис.32) – ассоциации. Это одна из особенностей тематических карт. Детальность изображения зависит не только от масштаба, но и от задачи, стоящей перед автором карты, и от степени изученности растительности. Первая карта составлялась только на основе интерпретации лесотаксационных выделов с учетом знаний автора. Для стоящей перед автором задачи – создании мелкомасштабной геоботанической карты, этого было достаточно. Дело в том, что весь закартированный участок будет представлен на мелкомасштабной карте и в ее легенде одним номером. При создании второй карты автор расширил задачу, создав карту, соответствующую масштабу, для чего все типы выделов сопровождались геоботаническими описаниями и их последующей обработкой, что дало возможность для растительности незаболоченных лесов изобразить ассоциации. Для болот же на той и другой карте изображены типы болотных массивов. Растительность болот столь гетерогенна и разнородна, а сами болота мелкоконтурны, что в данном, даже крупном масштабе, могут быть закартированы только хорологические единицы высокого ранга. Ассоциации и более низкие единицы для болот картируются только на детальных крупномасштабных картах и планах (1: 10000 и крупнее).

Чаще всего крупномасштабные геоботанические карты составляются в границах и масштабе аэрофотоснимка, космоснимка, фотоплана, с использованием их в качестве географической основы.

Использование снимков удобно потому, что на их основе можно составить прекарты, которые позднее уже в поле уточнить и насытить конкретным содержанием. На снимке, взятом из архива Лаборатории болотных экосистем института биологии КНЦ РАН (Петрозаводск) представлено создание прекарт на основе дешифрирования аэрофотоснимков. Красными стрелками соединены ориентиры, по которым вы можете найти место на снимке и аналогичное ему место или выдел на карте, а затем в природе (рис.33).

Рис. 33. Создание прекарты растительности болот.

Слева – черно-белые аэрофотоснимки, справа – прекарта. Рисунок исторический, прекарта была составлена Лауреатом Сталинской Премии, классиком болотоведения Екатериной Алексеевной Галкиной в 50-е годы 20 века.

Крупномасштабная геоботаническая карта является уникальным документом современного состояния растительности в условиях возрастающего техногенного пресса.

Вот замечательный пример крупномасштабной карты участка Ангаро-Илимской тайги, на которой детально представлена динамика растительного покрова – коренные ассоциации, стадии их регресса и производные на месте коренных (рис.34). Карта выполнена в традициях школы геоботанического картографирования, созданной В. Б.Сочавой.

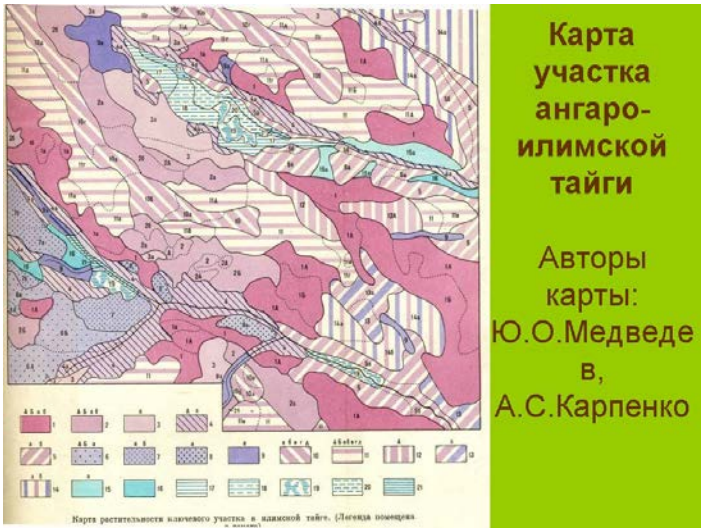


Рис. 34. Карта участка Ангаро-Илимской тайги. Авторы карты: А.С. Карпенко (БИН РАН, Санкт-Петербург) и Ю.О. Медведев (ИГС СО РАН, Иркутск), 32. Фрагмент легенды карты помещен ниже.

Фрагмент легенды карты участка Ангаро-Илимской тайги

Формация – полидоминантные горнотаежные
темнохвойные леса

Субформация – полидоминантные ангаро-илимские темнохвойные леса с преобладанием пихты [*Abies sibirica* Ledeb., *Picea obovata* Ledeb., *Pinus sibirica* (Rupr.) Mayr)]

1-й класс ассоциаций – кедрово-елово-пихтовые
зеленомошные леса

I. группа ассоциаций – кедрово-елово-пихтовые мелкотравно-зеленомошные леса

Ассоциации:

1. Кедрово-елово-пихтовая линнеево-митетеловая с брусникой и преобладанием в моховом покрове *Hylocomium splendens* (Hedw.) Br,Sch. Et Gmb.; III класс бонитета (Abies sibirica+ Picea obovata+Pinus sibirica – Mitella nuda+ Linnaea borealis – Hylocomium splendens+Pleurozium schreberi).

Р а з р у ш а ю щ и е с я с о о б щ е с т в а:

А. Кедрово-елово-пихтовые миттелево-линнеево-вейниковые перестойные с выпадением отдельных деревьев и их групп.

Б. Кедрово-елово-пихтовые разнотравно-линнеево-вейниковые перестойные, сильно нарушенные буреломами и ветровалами.

К р а т к о в р е м е н н о п р о и з в о д н ы е с о о б щ е с т в а:

а) Березово-елово-пихтовые разнотравно-линнеево—митетеловые; последний пожар был 110-120 лет назад, .

б) Пихтово-осиново-березовые линнеево-крупнотравные; последний сильный пожар был 110-120 лет назад, слабый – 60-70 лет назад.

Карта участка Ангаро-Илимской тайги составлена в 1971 г, но как примитивно (несмотря на техническое совершенство) в сравнении с ней выглядят многие крупномасштабные инвентаризационные карты различных ООПТ и их легенды, в том числе составленные в нашей лаборатории.

Крупномасштабные карты дают возможность экспериментировать, предлагать новые приемы, способы и направления картографирования, ставить и решать теоретические и прикладные задачи геоботаники. Я не хочу повторять то, что было мною сказано в лекции на предыдущей школе и опубликовано в Петрозаводске и в заключение ограничусь лишь некоторыми примерами геоботанических карт с разными сюжетами и разными по масштабам и небольшими комментариями к ним.

В связи с этим я хочу показать карту, с моей точки зрения великолепную, опубликованную в 2010 г. нашими белорусскими коллегами. Это карта видового разнообразия заказника Ельня. На ней с помощью так называемой семафорной цветной шкалы изображены участки с разной видовой насыщенностью (рис. 35).

В книге, где помещена эта карта, картографический метод исследования использован очень полно и это одно из больших ее достоинств [22].

Еще раз отмечу, что сюжеты карт и методы картографирования связаны с их масштабом, но и этот вопрос уже обсуждался неоднократно.

Среднемасштабные карты

По логике вещей после крупномасштабных следует приступить к рассмотрению геоботанических карт среднего масштаба (1: 300 000 – 1:1000 000). Роль этих карт очень велика и как региональных обзорных, и как этапа для создания мелкомасштабных карт. Если прежде их издание сдерживалось цензурой, то теперь, очевидно, отсутствием заказчика. А это очень жаль, так как все поместные региональные особенности с достаточной

детальностью и достоверностью и одновременно с разумным обобщением можно изобразить именно на картах среднего масштаба. Это особенно жаль еще и потому, что публикуется довольно много работ по районированию отдельных регионов и административных единиц. Но современное, достоверно обоснованное геоботаническое районирование может быть создано только на основе соответствующей карты растительности. Это знали еще наши классики (Кузнецов, Шенников, Цинзерлинг, Алехин, Ревердатто, а из более близких к нашему времени Куминова и др). Положение о том, что геоботаническое районирование должно создаваться на основе геоботанической карты, было четко сформулировано В.Б. Сочавой [81]. Однако до сих пор появляются десятки региональных схем районирования, основанные на субъективных взглядах их авторов, не поддержанных картой растительности соответствующего масштаба, а потому противоречивых, не стыкующихся по границам соседних регионов и т.п.

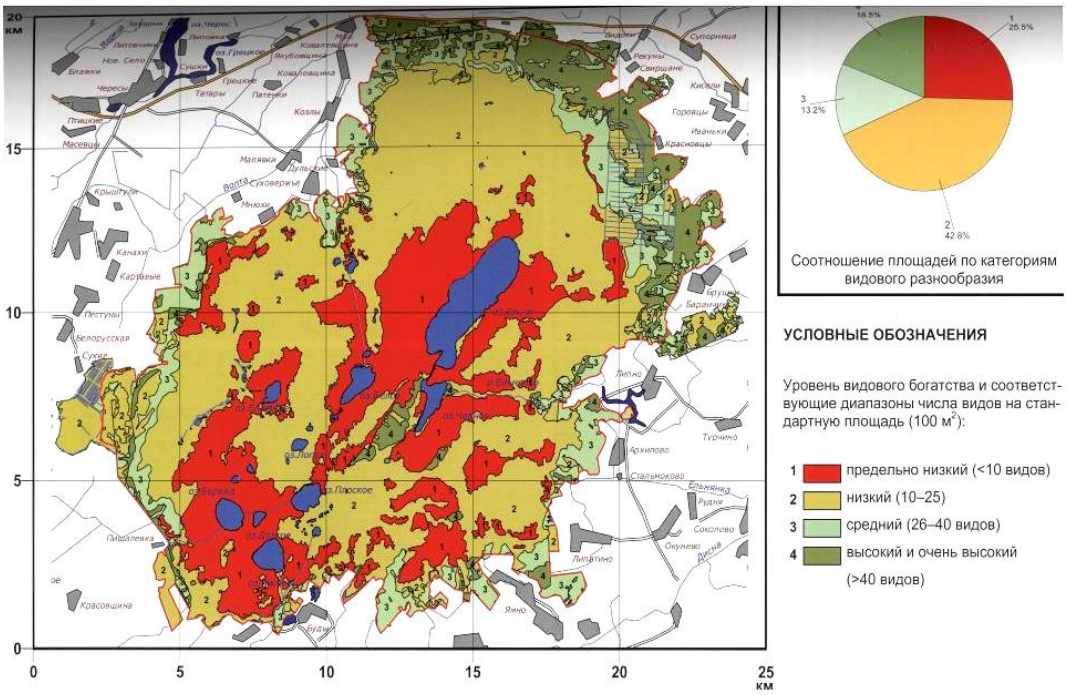


Рис. 35. Карта видового разнообразия заказника Ельня, Белоруссия (по: Груммо и др., 22).

И все же 2 карты среднего масштаба я назову. Во-первых, это карта Белоруссии М 1: 600 000, единственная карта в СССР, которая была опубликована, вопреки цензуре, в открытой печати. Это оказалось возможным благодаря поддержке директора Минской картфабрики Логинова. Д.С. Голод – ответственный исполнитель этой карты, был очень энергичным инициативным геоботаником. Благодаря участию в коллективной работе по созданию Карты растительности Европейской части СССР (1979), постоянному общению с геоботаниками-картографами БИН, Голод стал одним из ведущих геоботаников-картографов СССР и создал картографическое направление в институте экспериментальной ботаники АН Беларуси, которое продолжают и развивают его ученики и последователи.

Среднемасштабная геоботаническая карта Белоруссии сыграла значительную роль в нашем участии в работе над Международными проектами «Карта восстановленной растительности восточной Европы» и «Карта естественной растительности Европы». Дело в том, что авторитет геоботаников СССР в создании мелкомасштабных карт был бесспорен и мелкомасштабные карты, созданные в БИН РАН, были хорошо известны за рубежом. Но мы не могли продемонстрировать ни одной карты масштаба 1: 1000000 и крупнее, т.е среднем, т.к. они были закрыты. Карта растительности Белоруссии М 1: 600000 решила эту проблему.

В лаборатории географии и картографии БИН хранится тираж серии из 4-х среднемасштабных карт, созданных в конце 70-х годов прошлого века. Предполагалось покрыть такими картами всю европейскую часть страны, но цензура наложила вето и издание пришлось прекратить. Именно эта серия является 2-й среднемасштабной картой, о которой я хочу упомянуть. На картах серии изображена актуальная, т.е. современная растительность. Это значит, что на ней изображена как коренная, так и производная, вторичная растительность. Однако в легенде и на карте сохранена связь производной растительности с коренной. В легенде это достигается благодаря ее структуре, а именно подчинения производных картируемых единиц коренным. А на карте эта связь отображается посредством красочно-штриховых обозначений. Кроме того на полях карты помещены мелкомасштабные карты-врезки: административное деление территории, гипсометрическая, климатическая (осадки и температура), почвенная и ареалы географически дифференцирующих видов. В создании карт ареалов участвовали ведущие флористы БИН, МГУ.

По содержанию эти карты, несомненно, устарели; за прошедшие почти 50 лет актуальная растительность сильно изменилась. Но способа изображения, т. е. построения легенды и шкалы, более совершенного не предложено. А именно на это должны быть направлены усилия геоботаников.

Кроме того эта серия и ей подобные карты имеют непреходящее значение для мониторинга. Картографический опыт такого мониторинга имеется. Вспомним работу А.М. Семеновой-Тян-Шанской, которая изучала многовековую антропогенную динамику лесов в лесостепи. Интересная работа была опубликована Н М. Новиковой с соавторами в ежегоднике «Геоботаническое картографирование» по сопоставлению карты современной растительности и карты полувековой давности на территорию заповедного участка Джаныбекского стационара, расположенного в Прикаспийской низменности, в южной подзоне степной зоны [60].

Заслуживает серьезного внимания картографический анализ разновременных карт с применением современных методов ГИС-технологий, осуществленный Т.В. Роговой и под ее руководством. В результате этого анализа был получен материал о пространственной структуре растительного покрова, его антропогенной динамике и фрагментации. Разработанная методика позволяет не только определять степень нарушенности растительного покрова, но и делать прогноз [66, 67].

Мелкомасштабные карты

Геоботанические карты мелкого масштаба составляются для получения представления о размещении в географическом пространстве крупных единиц растительности. На них выявляются закономерности широтной, региональной и высотно-поясной дифференциации больших территорий, бóльшей частью обладающих определенной ботанико-географической целостностью (Забайкалье, юг восточной Сибири, Западная Сибирь, Пацифика, Центральная Азия и т.п.), а также континентов, субконтинентов, мира или крупных административных единиц.

Среди этих карт наиболее детальными, продуманными теоретически, являются универсальные настенные геоботанические карты, обычно составляемые в масштабе 1,5 -2,5 - 4 млн. Такие карты всегда – результат сотрудничества большого коллектива. Выход в свет подобных карт – это научное событие, крупный этап в развитии познания географии растительного покрова, в развитии теории геоботаники. Таковыми были, например, Карта растительности СССР [25], Растительность Западно-Сибирской равнины [63], Карта растительности Европейской части СССР [34], Карта растительности Казахстана и Средней Азии [37]. Среди вновь создаваемых карт заслуживает внимания своей идеей, оригинальным творческим подходом создаваемая биогеографами и картографами МГУ Карта биомов

России (рис.36). Легенду к фрагменту я не привожу, ее можно прочесть в статье Т. В. Котовой и Г.Н. Огуреевой [42].

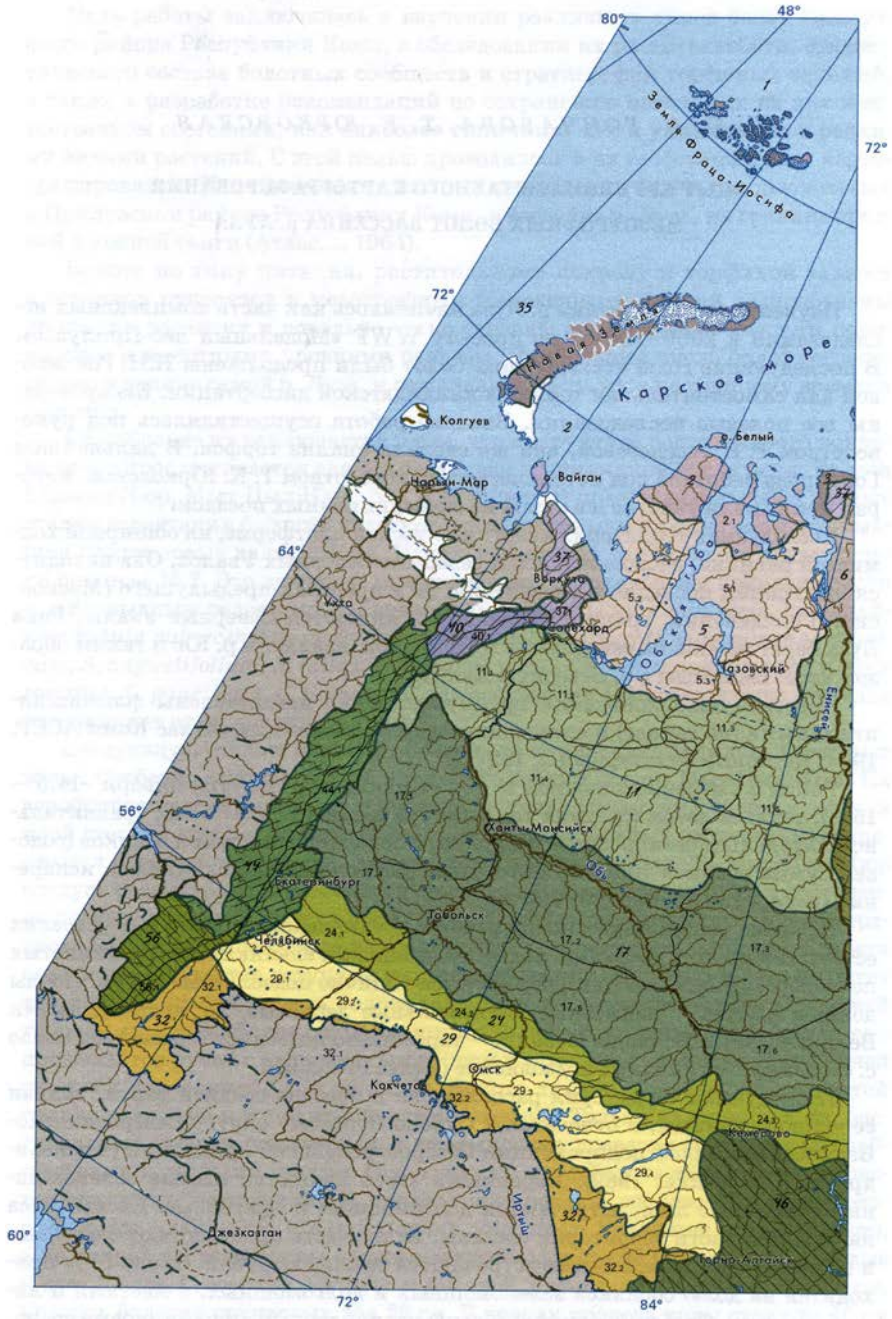


Рис. 36. Фрагмент карты «Биомы России» (по: Котова, Огуреева, 42).

На базе универсальных карт создаются настенные учебные карты для высшей школы, на которых изображение растительности дается не упрощенно, но упор делается на главные ботанико-географические закономерности, их легенды создаются с учетом университетских программ соответствующих курсов.

Среди таких учебных карт назовем следующие: Карта растительности Европейской части СССР и Кавказа для высшей школы. М.1: 2000000 [34], Карта растительности СССР для высшей школы. М 1 : 4 000 000 [36], карта Зоны и типы поясности М 1 : 8 000000 [29]. Все учебные карты для вузов созданы по инициативе Лаборатории комплексных карт и атласов географического факультета МГУ. Бессменный картографический редактор этих карт Т.В. Котова.

Значительный теоретический вклад в развитие геоботанических представлений о географии растительного покрова, о ботанико-географических связях и соподчинении

крупных подразделений растительного покрова вносят обзорные мелкомасштабные геоботанические карты, помещаемые в комплексных научных атласах. Назову среди них в первую очередь некоторые карты, созданные В.Б. Сочавой или под его руководством: Карта растительности мира [77] в Физико-географическом атласе мира [86], Карта растительности Забайкалья [78] в Атласе Забайкалья [4]. Среди других карт следует назвать карты растительности материков и мира, созданные геоботаниками и ботанико-географами БИН и МГУ и помещенные в 2-х атласах, изданных под руководством выдающегося картографа А.А. Лютого (ИГАН РАН). В электронном атласе «Наша Земля» [113] помещены карты растительности материков, составленные сотрудниками БИН РАН и МГУ (Азия – Е.А. Волкова, Европа – Г.Д. Катенина, Северная Америка – С.С. Холод, Южная Америка – И.Н. Сафронова, В.Н. Храмцов, Австралия – Г.Н. Огуреева). В атласе «Природа и ресурсы Земли» [122] помещена карта растительности мира, авторы ее – И.Т. Федорова и Е.А. Волкова (БИН РАН). Редакторами геоботанических карт в этих атласах были Т.В.Котова и И.Т. Федорова. Краткое описание этих атласов можно прочесть в статье Л.Ф. Январевой и Н.Н. Комедчикова [109].

Покажу для критики и обсуждения карту растительности России М 1: 15 000000 из Национального почвенного атласа Российской Федерации [105].

Рис. 37. Карта растительности России М. 1: 15 000 000 (по: Юрковская, 105).

Легенда этой карты очень велика. Я привожу ее следом за картой (рис.37а), но заинтересовавшихся читателей я отсылаю к атласу. Суть карты и легенды в том, что на самом высоком уровне в легенде разделены растительность равнин и гор. Растительность гор выделена на карте цветной штриховкой. Растительность равнин расположена в легенде по типам растительности, внутри которых выделены региональные комплексы или сектора. Таким образом, на карте усилено внимание к региональным различиям растительности. Поэтому-то карта, ее структура, ее легенда близки к теме данной лекции.

Несомненно, чтобы пользоваться картами, их надо уметь читать, но этому необходимо учиться. Это необходимо для того, чтобы полученные геоботаниками данные по инвентаризации растительности, ее классификации, изучению экологических, динамических и генетических связей синтаксонов разного ранга предстали в общей системе географического пространства. Иначе весь наш материал, собранный, проанализированный и расклассифицированный с таким трудом, окажется грудой бумаги, покрывающейся пылью.

PN_Last_1-273 A.qxd 04.04.2011 14:16 Page 48

Рис.37а. Легенда карты Растительность России (к рис.37, автор Юрковская, 105).

Я знала только 2-х ученых, умевших читать геоботанические карты, как раскрытую книгу, и также объяснять сложные проблемы географии растительного покрова – это Виктор Борисович Сочава и Поль Озанда (P. Ozenda), ведущий французский ботанико-

географ. Давайте учиться у них. Полагаю, что их работы следует не только читать, но и перечитывать, а для начала советую прочесть статью Сочавы о карте растительности в Атласе Забайкалья [4] и книгу Озанды о растительности гор [120].

В настоящее время технические возможности картографирования достигли небывало высоко уровня, несопоставимые с тем периодом второй половины 20 века, когда были созданы многие шедевры отечественной геоботанической картографии. Тогда бурно развивались такие картографические центры как БИН РАН, лаборатория географии и картографии растительности (В.Б. Сочава, Е. М. Лавренко и др.), Институт географии Сибири (В.Б.Сочава и др), МГУ, лаборатория комплексных карт и атласов (К.А. Салищев, Т.В. Котова, Л. Ф. Январева), ЦБС СО РАН (А.В. Куминова). Начало успешно развиваться картографическое направление геоботаники в региональных центрах (при университетах и в союзных академических институтах). Создавалось большое количество великолепных комплексных атласов, включающих и карты растительности. В создании этих атласов особенно велики заслуги Института географии Сибири, МГУ, Института географии РАН, ЛГУ, ныне СПБГУ (географический факультет) и НРКЧ ГУГК при совете министров СССР. Последним шедевром атласного картографирования ушедшей эпохи было создание под руководством А.А. Лютого (ИГ РАН) уже упомянутых двух великолепных атласов.

Безусловно, техническое совершенство – важная вещь. Особенно в картографировании – ведь карта во многом плод развития технических средств и достижений математики. Но это прежде всего технические успехи. Тематическое картографирование – плод синтеза определенной науки или научного направления и картографии. И задача геоботаников в этом синтезе не превратиться в оператора ЭВМ, а создавать новые типы карт растительности, совершенствовать легенды геоботанических карт, использовать успехи синтаксономии, экологии, совершенствовать красочно-штриховое оформление. Конечно, разрабатывая сюжет карты, продумывая ее легенду, создавая авторский макет, автор карты – геоботаник должен иметь представление о технических средствах ее издания. Например, даже шкала карты, подбор цветов и их оттенков имеет огромное значение для чтения карты, для отражения ее задач, а кроме того важна и эстетическая роль правильного выбора цвета. Покажу для примера карту растительности Карелии М 1: 2000000, составленную в разных шкалах. Вы увидите, что они выглядят почти как 2 разные карты (рис. 38. 39).

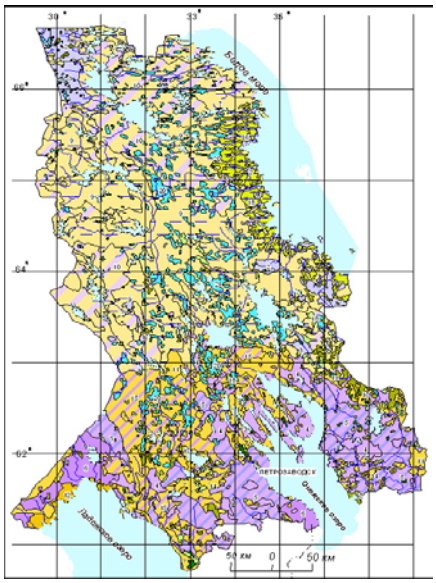


Рис.38. Геоботаническая карта Карелии в традиционной шкале. (Юрковская, Елина,106).

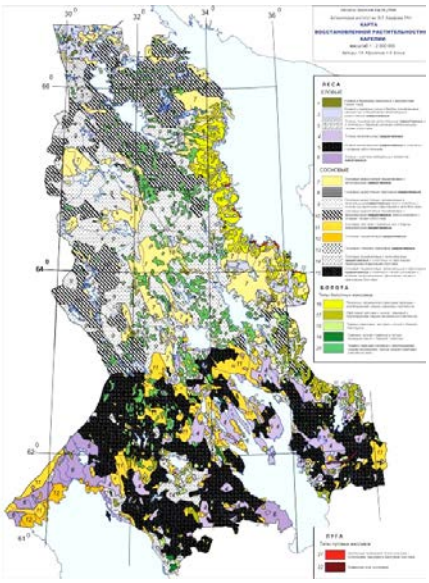


Рис.39. Лесоболотные сочетания на карте растительности Карелии.

На рис. 38 изображена карта, составленная в традиционной для отечественных мелкомасштабных геоботанических карт шкале. А на рис. 39 использована довольно кричащая шкала, но с малым разнообразием цветов. На карте и в шкале лесоболотные сочетания выделены черным цветом (заливкой и штриховкой). Обе карты составлены мной и Елиной в программе MAPINFO [106]. Но цель первой карты была традиционной – изобразить типологический состав растительности, подчеркнуть ее широтную и региональную дифференциацию (рис.38). Задача второй карты – выделить характерные для растительного покрова Карелии, как восточной части Фенноскандии, лесоболотные сочетания и подчеркнуть их роль в растительном покрове этой территории, в значительной степени обуславливающей ее специфичность (рис.39).

Надо, безусловно, изучать возможности современной техники дешифрирования дистанционных материалов, совершенствовать анализ спектральных характеристик для дешифрирования растительности и прочее. Пока же эти возможности достаточно ограничены. Надо помнить, что дешифрирование и экстраполяция невозможны без полевых исследований на ключевых эталонных участках (полигонах). Экстраполяция вообще невозможна на большие пространства, ведь растительность регионоспецифична.

Как один из редакторов ежегодника «Геоботаническое картографирование» я замечаю, что, несмотря на возросший интерес к картографированию и определенный «запрос» на карты со стороны природопользователей уровень создаваемых карт растительности начал понижаться.

К сожалению, за картографирование растительности взялись люди, не имеющие специальных геоботанических знаний вообще, в ряде присылаемых статей отмечается отсутствие базовых геоботанических знаний, на вышедших из печати картах приходится читать такие перлы в легендах как описание на одном уровне единиц, принадлежащих к разным иерархическим категориям, например, хвойные леса и лиственничные. Никогда бы в голову не пришло, что родится ботаник или лесовед, который не считает лиственницу хвойным деревом.

Почему у нас в стране в разных отраслях, не только в тематической картографии, работает так много непрофессионалов, непонятно. Ведь они могут наделать много бед (вспомните Т.Д.Лысенко или кукурузу Н.С. Хрущева). Ведь в университетах готовят хороших специалистов в области геоботанической картографии. Я знаю, по крайней мере, работы магистрантов и аспирантов кафедр биогеографии МГУ и СПбГУ. Эти молодые люди – ученики профессоров Г.Н.Огуреевой, И.С. Ильиной, доцента Н.В.Кобелевой и других – блестяще подготовлены. Вероятно, и в некоторых других вузах есть такая специализация.

Отмечу также, что появились статьи, предлагающие пути усовершенствования ранее изданных карт, на полном серьезе, с приведением многочисленных формул и моделей и при этом предлагающие в Тверской области, скажем, изображать пихтово-еловые леса!! Даже на первых картах растительности Коржинского [38] и Танфильева [83], т.е. на рубеже 19 и 20 веков, такое было бы, пожалуй, невозможно. Одним словом, не стоит переделывать карты, Каждая карта – итог знаний на определенный период, у каждой карты были свои задачи, своя концепция. Наши знания о растительном покрове растут, растительность меняется. Давайте создавать новые карты в соответствии с новым уровнем знаний и новыми возможностями. Но не будем забывать, что серьезные картографические произведения всегда создаются в тандеме геоботаник с одной стороны, отвечающий за геоботаническое содержание карты, создающий авторский макет карты и картограф, создающий ее издательский оригинал.

А главное, будем помнить, что не только мы, но и растительность размещается в географическом пространстве, помните об этом на всех этапах изучения растительности. Читайте классиков, у них еще многому можно научиться. Не забывайте, что геоботаническая карта – это не картинка, а воплощение и систематизация знаний о растительном покрове и результат ваших теоретических идей.

И еще в заключение хочу сказать, что создавая карту всегда надо равняться не на ее заказчика и потребителя, а на идеал. Изданная карта и ее огрехи, и недостатки всегда видны

всем и не только нашему, но и будущему поколению. Выбрав идеал, надо к нему стремиться. Для меня и моего поколения геоботаников, занимающихся географией и картографированием растительности, таким идеалом был и остается Виктор Борисович Сочава. Любое одобрение с его стороны нас вдохновляло, заставляя
учиться и совершенствоваться в избранной профессии.

Рис. 40. Виктор Борисович Сочава. Санкт-Петербург, БИН, январь 1963г. – год основания им ежегодника «Геоботаническое картографирование».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аверинова Е.А.* Травяная растительность бассейна реки Сейм (в пределах Курской области). Брянск, 2010.

2. *Акатов В.В*. Островной эффект как фактор формирования высокогорных фитоценозов Западного Кавказа. Майкоп, 1999.

3. *Александрова В.Д*. Классификация растительности. Л.1969.

4. Атлас Забайкалья (Бурятская АССР и Читинская область) / ред. Сочава В.Б. М.-Иркутск, 1967.

5. *Белов А.В.* Картографирование растительности и эколого-географические проблемы юга Восточной Сибири // Автореф.дис. … докт. географич. наук. Иркутск. 2003.

6. *Белов А.В., Лямкин В.Ф., Соколова А.П.* Картографическое изучение биоты. Иркутск. 2002.

7. *Булохов А.Д*. Флористическое районирование и синтаксономия // Растительность России. № 5. 2003. С. 19-27.

8. *Булохов А.Д., Харин А.В.* Сообщества класса Trifolio-Geranieta sanguinei Th. Müller 1961 на территории города Брянска и его пригородной зоны // Растительность России. № 13. 2008. С. 14-26..

9. *Василевич В.И.* О растительных ассоциациях ельников Северо-Запада // Бот. журн. Т.68., № 12. 1983. С. 1604-1613.

10. *Василевич В.И.* Доминантно-флористический подход к выделению растительных ассоциаций // Бот. журн. Т. 80, № 6. 1995. С. 28-39.

11. *Василевич В.И.* Незаболоченные березовые леса Северо-Запада европейской России // Бот. журн. Т. 81, № 11. 1996. С. 1-13.

12. *Василевич В.И.* Заболоченные березовые леса Северо-Запада европейской России // Бот. журн. Т.82, № 11. 1997. С. 19-29.

13. *Василевич В.И.* К столетию со дня рождения Веры Даниловны Александровой (1910 – 1989) // Историко-биологические исследования. 2011. Т.3, № 4. С. 28-35.

14. *Василевич В.И., Бибикова Т.В*. Широколиственные леса северо-запада Европейской России. 1. Типы дубовых лесов // Бот. журн. 2001. Т. 86, № 7. С. 88-101.

15. *Василевич В. И., Бибикова Т. В.* Сфагновые ельники Европейской России // Бот. журн. 2004. Т. 89. № 5. С. 734–748.

16. *Галкина Е.А*. Болотные ландшафты Карелии и принципы их классификации // Тр. Карел. Фил АН СССР. Петрозаводск, 1959. Вып.15. С. 3-48.

17. *Головина Е.О.* Нителистниковые степи западной части Ононской Даурии // Бот. журн. 2009а. Т. 94. № 2. С. 24 4– 266.

18. *Головина Е.О*. Петрофитные степи западной части Ононской Даурии.// Автореф. дисс...канд.биол.наук. СПб., 2009б. 26 с.

19. *Голуб В.Б., Гречушкина Н.А., Сорокин А.Н., Николайчук Л.Ф*. Растительные сообщества на каменистых обнажениях северо-западной части Черноморского побережья Кавказа // Растительность России. № 14. 2009. С. 3-14.

20. *Гончарова Н.Н.* Флора и растительность болот юго-запада республики Коми // Автореф. дисс...канд.биол.наук. Петрозаводск, 2007.

21. *Грибова С. А., Самарина Г.Д*. Составление детальной крупномасштабной карты с учетом динамики растительного покрова // Геоботаническое картографирование 1963. Л., 1963. С.15-30.

22. *Груммо Д.Г., Созинов О.В., Зеленкевич Н.А., Ильючик М. А., Тановицкая Н. И., Пучило А.В., Гречко А. М., Скуратович А.Н., Дубовик Д.В., Власов Б.П., Шевцов Н.В., Кузьмичева Н.А., Броска Т.В*. Флора и растительность ландшафтного заказника «Ельня». Минск. 2010.

23. *Дегтева С.В.* Классификация березняков подзон южной и средней тайги республики Коми. I.Березняки травянистые (Betuleta herbosa) // Растительность России. № 2. 2001. С. 3-37.

24. *Елина Г.А., Юрковская Т.К*. Болотные экосистемы низкогорий северной тайги // Болотные экосистемы севера. Петрозаводск. 1988. С.5-24.

25. *Ермаков Н.Б.* Гемибореальные леса континентальной северной Азии (классификация, ординация, анализ ценофлор) // Автореф. дисс...докт.биол.наук. Новосибирск, 2001. 32с.

26. *Ермаков Н.Б.* Разнообразие бореальной растительности Северной Азии. Континентальные гемибореальные леса. Классификация и ординация. Новосибирск, 2003.

27. *Знаменский С.Р.* Луга // Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды. Петрозаводск, 2003. С.76-81.

28. *Знаменский С.Р*. Растительность суходольных лугов Заонежья (Карелия) // Тр.Кар НЦ РАН. Вып.8. «Биоразнообразие, динамика и ресурсы болотных экосистем восточной Фенноскандии». Петрозаводск, 2005. С.169-177.

29. Зоны и типы поясности России и сопредельных территорий м. 1 : 8 000 000 / ред. Огуреева Г.Н., Котова Т.В. М.: ЭКОР. 1999.

30. *Ивченко Т.Г*. Хорология болотных комплексов Ильменского заповедника и ее отображение на геоботанических картах. Челябинск, 2009. 142 с.

31. *Ильина И.С., Лапшина Е.И., Лавренко Н.Н., Мельцер Л.И., Романова Е.А., Богоявленский Б.А., Махно В.Д.*. Растительный покров Западно-Сибирской равнины. Новосибирск. 1985.

32. *Карпенко А.С., Медведев Ю.О.* Опыт крупномасштабного картографирования таежной растительности // Геоботаническое картографирование 1971. Л. 1971. С.7-16.

33. Карта растительности Европейской части СССР / ред. Исаченко Т. И., Лавренко Е. М. М.: ГУГК. 1979.

34. Карта растительности Европейской части СССР и Кавказа для высшей школы. М. 1:2 000 000. М.: ГУГК. 1987.

35. Карта растительности СССР / ред. Лавренко Е.М., Сочава В.Б. М.: ГУГК, 1954.

36. Карта растительности СССР для высшей школы. М.: ГУГК, 1990.

37. Карта растительности Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). М 1: 2 500 000 / ред. Рачковская Е.И. М., 1995.

38. *Коржинский С.И.* Карта ботанических областей Российской империи. М. 1 23100000 // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. СПб., 1899. [вклейка после с. 48]

39. *Королева Н.Е.* Безлесные растительные сообщества побережья Восточного Мурмана (Кольский п-в, Россия) // Растительность России. № 9.2006. С. 20-42.

40. *Коротков К.О., Белоновская Е.А*. Синтаксономия альпийского пояса Большого Кавказа // Растительность России. № 1. 2001. С.17-35.

41. *Котова Т.В.* Карты растительности // Картографическая изученность России (топографические и тематические карты) / ред. А.А. Лютый и Н.Н. Комедчиков. М., 1999. С.134-142.

42. *Котова Т.В., Огуреева Г.Н*. Биогеографические подходы в экологическом картографировании // Геоботаническое картографирование 2007. СПб-Петрозаводск. 2007. С. 23-31.

43. *Красеха Е.Н.* Степные катены Южного Забайкалья // Почвенные ресурсы Забайкалья. Новосибирск. 1989. С. 12-22.

44. *Кузнецов О.Л.* Структура и динамика растительного покрова болотных экосистем Карелии // Автореф. дисс...докт.биол.наук. Петрозаводск. 2006.

45. *Кузнецов О.Л.* Тополого-экологическая классификация растительности болот Карелии (омбротрофные и олиготрофные сообщества) // Биоразнообразие, динамика и ресурсы болотных экосистем восточной Фенноскандии. Тр. Кар НЦ РАН. Петрозаводск, 2005. Вып. 8. С. 15-46.

46. *Кукуричкин Г.М*. Ландшатно-геоботаническая характеристика поймы реки Сабун // Автореф. дисс...канд.биол.наук. Спб., 2005.

47. *Кучеров И.Б., Кутенков С.А., Максимов А.И., Максимова Т.А*. Заболоченные сосновые леса заповедника «Кивач» (Карелия) // Бот. журн. 2008.Т. 93, № 4. С.615-637.

48. *Кучеров И.Б., Кутенков С.А., Максимов А.И., Максимова Т.А., Гиммельбрандт Д.Е*. Незаболоченные сосновые леса заповедника «Кивач» (Карелия) // Бот. журн. 2007.Т. 92, №10. С.1515-1535.

49. *Кучеров И. Б., Разумовская А. В., Чуракова Е. Ю*. Еловые леса национального парка «Кенозерский» (Архангельская область) // Бот. журн. 2010. Т. 95. № 9. С. 1268–1301

50. *Кучеров И.Б., Филимонова Л.А., Кутенков С.А., Максимов А.И., Максимова Т.А.* Географическая структура лесных ценофлор заповедника «Кивач».// Тр. Кар. НЦ РАН. Природа государственного заповедника «Кивач». Петрозаводск. 2006. № 10. С.71-84.

51. *Лапшина Е.Д*. Растительность болот юго-востока Западной Сибири. Новосибирск, 2010. 186 с.

52. *Матвеева Н.В., Лавриненко О.В*. Растительность маршей северо-востока Малоземельской тундры // Растительность России. СПб. 2011. № 17-18. С. 45-69

53. *Мартыненко В.Б., Широких П.С., Мулдашев А.А., Соломещ А.И.* О новой ассоциации остепненных дубрав на Южном Урале // Растительность России. № 13. 2008.С. 49-60.

54. *Миркин Б.М*. Таксономия и синтаксономия // Журн. Общ. Биологии. Т. 48, №1. 1987. С. 41-50,

55. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г*. Метод классификации растительности по Браун-Бланке в России // Журн. Общ. Биологии. Т. 70, №1. 2009. С. 66-77.

56. Национальный атлас почв Российской федерации / ред. Шоба С.А. М., 2011.

57. *Нешатаев В.Ю*. Проект Всероссийского кодекса фитоценологической номенклатуры // Растительность России СПб. 2001. № 2. С. 54-82.

58. *Нешатаева В.Ю*. Эколого-фитоценотическая классификация сообществ каменноберезовых лесов полуострова Камчатка // Растительность России. СПб. 2004. № 6. С. 54-82.

59. *Нешатаева В.Ю*. Растительность полуострова Камчатка. М. 2009.

60. *Новикова Н.М., Хитров Н.Б., Вышивкин А.А., Волкова Н.А., Григорьева Ю.В*. Оценка изменения растительности на основании крупномасштабного картографирования // Геоботаническое картографирование 2007. СПб-Петрозаводск. 2007. С.48-56.

61. *Раменский Л.Г*. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л. 1971.

62. Растительность Европейской части СССР / ред. Грибова С.А., Исаченко Т.И., Лавренко Е.М. Л.,1980.

63. Растительность Западно-Сибирской равнины. Карта М 1:1 500 000 / ред. Ильина И.С.. Авт.: Ильина И.С., Лапшина Е.И., Махно В.Д., Романова Е.А. М.: ГУГК, 1976.

64. Растительность России / ред. Ганнибал Б.К., Матвеева Н.В. СПб., 2001 – 2012. №№ 1-20.

65. *Рачковская Е.И*. Растительность гобийских пустынь Монголии. СПб., 1993.

66. *Рогова Т.В.* Закономерности фиторазнообразия зонального экотона на примере южной границы восточно-европейских хвойно-широколиственных лесов // Автореф. дисс...докт.биол.наук.Екатеринбург, 2001..

67. *Рогова Т.В., Шайхутдинова Г.А*. Сравнительный анализ разновременных геоботанических карт методами ГИС // Современные проблемы ботанической географии, картографии, геоботаники, экологии. Международная конференция. СПб., 2000. С.47-48.

68. *Рубцова Л.П*. Материалы к познанию почвенного покрова юго-западной части Зейско-Буреинской низменности // Почвенная и агрохимическая характеристика южной части Зейско-Буреинского междуречья. Благовещенск. 1959. С.29-64.

69. *Рысин Л.П*. Сосновые леса Европейской части СССР. М., 1975.

70. *Рысин Л.П*. Лиственничные леса России М., 2010.

71. *Самбук С.Г*. Олиготрофные сфагновые сосновые леса на северо-западе европейской части СССР // Бот. журн. 1987. Т. 72. № 11. С. 1523–1532

72. *Семенищенков Ю.А*. Фитоценотическое разнообразие Судость-Деснянского междуречья. Брянск, 2009.

73. *Смагин В.А*. Союз Bistorto-Caricion diandrae all. nov. на болотах таежной зоны Европейской России // Бот. журн. 2007. Т. 92. № 9. С. 1340 – 1365.

74. *Смагин В.А*. Союз Caricion davallianae на Северо-Западе Европейской России // Бот. журн. 2008. Т. 93. № 7. С. 1029 – 1082.

75. *Соломещ А.И., Мартыненко В.Б., Жигунов О.Ю*. Caragano fruticis-Pinion sylvestris – новый союз остепненных сосново-лиственничных лесов Южного Урала // Растительность России. № 3. 2002. С. 42-62.

76. *Сочава В.Б*. Классификация и картографирование высших подразделений растительности Земли // Современные проблемы географии. М., 1964а. С.167-173.

77. *Сочава В.Б*. Растительность [мира]. Карта // Физико-географический атлас мира. М., 1964б. С.66-67.

78. *Сочава В.Б.* Структура новой обзорной карты растительности Забайкалья // Геоботаническое картографирование.1967. Л. 1967. С. 3-18

79. *Сочава В.Б.* Растительные сообщества и динамика природных систем // Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока. 1968. Вып.20. С.17-32.

80. *Сочава В.Б.* Классификация растительности как иерархия динамических систем // Геоботаническое картографирование.1972. Л. 1972. С. 3-18

81. *Сочава В.Б.* Растительный покров на тематических картах. Новосибирск. 1979.

82. Сукачев В.Н. Избранные труды. Т.3. Проблемы фитоценологии. Л. 1975.

83. Танфильев Г.И. Ботанико-географическая карта Российской империи. М. 1: 25 200 000 // Полная энциклопедия русского сельского хозяйства. СПб.,1900. Т.2

84. *Урусевская И.С., Васенева Е.Г., Бганцев В.Н., Шоба С.А*. Структура почвенного покрова в условиях сельгового рельефа Заонежья // Почвоведение.1988. № 11. С.18-28.

85. *Урусевская И.С., Родионов В.С., Шоба С.А., Абрамова Л.И*. Опыт изучения почвенного покрова конечно-моренных почвенных округов Нечерноземной зоны РСФСР // Природные условия нечерноземной зоны РСФСР. Вып.1 М. 1982. С.124-156.

86. Физико-географический атлас мира. М.: ГУГК. 1964.

87. *Холод С.С.* Крупномасштабное картирование растительности катен субарктической тундры // Геоботаническое картографирование 1993. СПб.1995. С. 3-21.

88. *Холод С.С.* Классификация растительности острова Врангеля // Растительность России. 2007. С. 3-135.

89. *Шенников А.П.* Аллювиальные луга в долинах рр. Северной Двины и Сухоны в пределах Вологодской губернии // Матер. по орг. и культ. кормовой площади. СПб.,1913. Вып.6.

90. *Шенников А.П*. Луга Симбирской губернии. Вып. 1. Симбирск,1919.

91. *Шенников А.П.* О монографическом изучении таксономических единиц растительности // Бот. журн.1935. Т.20. № 4. С. 414– 418.

92. *Шенников А.П*. Луговая растительность СССР // Растительность СССР. М.:Л.1938. Т. 1. С. 429 – 647.

93. *Шенников А.П*. К ботанической географии лесного Северо-Востока Европейской части СССР // Геоботаника. М.:Л.1940. Вып. 4 (Тр. БИН. Сер. 3). С. 3-46.

94. *Шенников А.П*. Луговедение. Л., 1941.

95. *Шенников А.П*. Фитоценология на VIII Международном ботаническом конгрессе // Бот. журн. Т. 41, № 1. 1956а. С. 128-136.

96. *Шенников А.П*. Заметки о методике классификации растительности по Браун-Бланке // Академику В. Н. Сукачеву к 75-летию со дня рождения. Сб. работ по геоботанике, лесоведению, палеогеографии и флористике. М.;Л. 1956б. С. 581-590.

97. *Щукина К.В*. Типы сообществ влажных лугов поймы реки Вятки // Бот. журн. Т. 96, № 12.2011. С. 1590-1605.

98. *Юрковская Т.К.* Анализ некоторых сфагновых сообществ аапа болот Карелии // Бот. журн. 1987. Т. 72, № 6. С. 782–793.

99. *Юрковская Т.К.* К характеристике сообществ с господством Sphagnum fuscum на аапа болотах Карелии // Бот. журн. 1988. Т. 73. № 6. С. 850–857.

100. *Юрковская Т.К*. География и картография растительности болот Европейской России и сопредельных территорий. С-Петербург, 1992.

101. *Юрковская Т.К*. Растительный покров Карелии // Растительный мир Карелии и проблемы его охраны. Петрозаводск. 1993а. С.7-36.

102. *Юрковская Т.К.* Опыт классификации травяных и травяно-гипновых сообществ аапа болот // Вопросы классификации болотной растительности. СПб. 1993б. С. 119–123.

103. *Юрковская Т.К*. Высшие единицы классификации растительности болот // Бот. журн.1995. Т. 80. № 11. С. 28–34.

104. *Юрковская Т.К*. Геоботаническое картографирование и составление аналитических карт растительности // Актуальные проблемы геоботаники. Лекции. Петрозаводск , 2007. С. 43-71.

105. *Юрковская Т.К*. Карта растительности М 1:15 000000 // Национальный атлас почв Российской Федерации. М. 2011. С.46-47

106. *Юрковская Т.К., Елина Г.А*. Восстановленная растительность Карелии на геоботанической и палеокартах. Петрозаводск. 2009. 136 с.

107. *Юрковская Т.К., Паянскя-Гвоздева И.И.* Широтная дифференциация растительности вдоль российско-финской границы // Бот. журн. 1993 Т. 78. № 12. С. 72–98.

108. *Яковлев Ф.С., Воронова В.С.* Типы лесов Карелии и их природное районирование. Петрозаводск, 1959.

109. *Январева Л.Ф., Комедчиков Н.Н.* Комплексное картографирование // Картографическая изученность России (топографические и тематические карты) / ред. Лютый А.А. и Комедчиков Н.Н.. М., 1999. С. 268-289.

110.*Braun-Blanquet J.* Pflanzensociologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Berlin. 1928..

111. *Biondi F., Taffetani F., Allegrezza M., Ballelli S*. La cartografia della vegetazione del Foglio Cagli // Atti Ist. Bot. Lab. Critt.Univ. Pavia. 1990. № 9. P.51-74.

112. *Buznikov A.A., Payanskaya-Gvozdeva I.I., Jurkovskaya T.K., Andreeva E.N*. Use of remote and ground methods to assess the impacts of smelter emissions in the Kola Peninsula // The Science of the Total Environment.1995. Elsevier. T. 160/161. P. 285–295.

113. Electron atlas «Our Earth» ESRI Publ. House. Redlands. USA. 1997.

114. *Feldmeyer E., Küchler M., Graf U., Ecker K., Wildi O*. Hochmoore regenerieren // Infoblatt Landschaft. N 76. 2010. S. 1-4.

115. *Gaussen H*. Gėographie des plantes. Paris, 1954..

116. *Giurgiu V., Doniţă N., Bândiu C., Radu S., Genuşă R., Dissescu R., Stoiculescu C., Biriş I.-A.* Les forets vierges de Roumanie. 2001.

117. Karte der natürlichen Vegetation Europas. M. 1: 2 500 000 / ed. Bohn U., Neuhäusl R. Bonn-Bad-Godesberg, 2000.

118. *Manneville O., Vergne V., Villepoux O*. et le Groupe d ́étude des tourbières. Le monde des tourbières et des marais France, Suisse, Belgique et Luxembourg. Lausanne – Paris, 1999.

119. *Ozenda P*. Biogėographie vėgėtale. Paris, 1964.

120. *Ozenda P*. Perspective pour une Geobiologie des montagne. Lausanne, 2002.

121. *Pedrotti F*. Cartografia geobotanica. Bologna, 2004..

122. Resources and environment World Atlas. Ed. Holzel. Vienna, 1998. Plate 110.

123. *Ruuhijärvi R.* The finnish mire types and their regional distribution // Mires: swamp, bog, fen and moore. Amsterdam, 1983. P. 47-67. [Ecosystems of the world; Vol. 4 B].

124. *Yourkovskaja T*. La structure de la vegetation des tourbieres dans les montagnes de la taiga du nord en Russie europeenne // Ecologie.1988. T. 29. F. 192. H. 221-226.

125. *Yurkovskaya Tatyana K*. Vegetation and phytogeographical zones // In: Elina Galina A., Lukashov Anatoly D., Yurkovskaya Tatyana K. Late glacial and Holocene palaeovegetation and palaeogeography of Eastern Fennoscandia. [The Finnish Environment 4] Helsinki, 2010. P 25-60.

УДК 581.5

ТЕХНОЛОГИЯ МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

© 2012 В.Т. Ярмишко

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург

Введение

Под мониторингом традиционно понимается система слежения за состоянием окружающей среды (в том числе и под воздействием антропогенных факторов) по реакции некоторых растительных и животных организмов-индикаторов. Мониторинг лесных сообществ может осуществляться разными методами, но его первоначальной основой должны быть материалы лесоустройства, главная цель которого состоит в систематическом получении разносторонней информации о состоянии лесов и их динамике. Такая позиция согласуется с мнением Ю.А.Израэля (1984), который считает, что мониторинг не следует рассматривать как принципиально новую систему наблюдений; он должен быть частью универсальной системы и опираться на опыт уже существующих служб. Такой службой до недавнего времени являлось, в частности, лесоустройство, ежегодно накапливающее сведения о породном и возрастном составе лесов, их количественном и качественном состоянии. Поскольку сбор данных осуществляется по одной и той же программе, то получаемая информация вполне сопоставима и во времени, и в пространстве, и, следовательно, может служить базой для выявления динамических тенденций в состоянии лесного покрова того или иного региона страны.

В процессе выполнения лесоустроительных работ не всегда и не на все вопросы можно дать исчерпывающий ответ. Очень важно не только вскрыть происходящие изменения в состоянии лесных сообществ и их компонентов, особенно негативные, но понять и объяснить их причины. Например, в центральной части Кольского полуострова произрастают сосновые леса, которые уже длительное время подвергаются хроническому воздействию промышленных выбросов медно-никелевого комбината. Таксаторы в процессе лесоустройства обычно фиксируют наличие этих лесов, но не отмечает происходящие в них изменения, а они очень важны для прогнозирования будущего лесов. Для решения этой задачи мы используем уникальный, с нашей точки зрения, метод - закладку постоянных пробных площадей с организацией на них долговременных наблюдений. Этот метод не нов, он давно применяется в лесоустройстве, при проведении НИР. Постоянные пробные площади таксаторы закладывают для тренировки перед полевым сезоном, для изучения хода роста древостоев, для оценки их санитарного состояния и других целей. Наблюдения на постоянных пробных площадях позволят проследить характер лесовозобновительного процесса, взаимоотношения различных лесообразующих пород при их совместном произрастании, динамику нижних ярусов растительности, которая может служить прекрасным индикатором состояния среды. На эту основу можно накладывать любую иную информацию, но следует иметь в виду, что организовать мониторинг "по максимуму" сразу везде не удастся, особенно в наше время (Рысин, Савельева, 1997).

Сотрудники Лаборатории экологии растительных сообществ Ботанического института им. В.Л.Комарова РАН проводят наблюдения на многочисленных постоянных пробных площадях, расположенных в районах интенсивного антропогенного воздействия. Более сотни таких площадей находится на территории Мурманской области в районах действия металлургических предприятий, десятки постоянных пробных площадей расположены в Ленинградской, Новгородской и Архангельской областях, на территории Монголии. Первые постоянные проб-

Ярмишко Василий Трофимович, д.б.н., проф., директор, e-mail: vasiliyarmishko@yandex.ru

ные площади были заложены нами более 30 лет назад.

Необходимо отметить, что активным приверженцем длительных стационарных исследований был академик В. Н. Сукачев. Он писал: "Чтобы управлять процессами, идущими в биогеоценозе, надо их знать, надо знать все условия, их определяющие. Отсюда вытекает, что такое изучение должно быть комплексным, то есть фито-, зоо-, педо- и климатологическим и в то же время динамическим. Это может быть достигнуто лишь длительным стационарным изучением биогеоценозов" (Сукачев, 1964). Учитывая огромную роль растительности, как компонента лесного биогеоценоза, В.Н.Сукачев полагал, что в основе стационарных работ должны быть геоботанические исследования в сочетании с изучением условий местообитания. Следуя этим принципиальным установкам, мы детально проанализировали работы многих известных ученых, обобщили собственный опыт многолетних комплексных полевых и экспериментальных исследований в фоновых лесах и в лесных сообществах, нарушенных интенсивной хозяйственной деятельностью человека и разработали методологические подходы и методы изучения лесов и оценки происходящих в них изменений (Методы изучения…., 2002). В монографии приведены основные методы, широко используемые в геоботанических и экологических исследованиях, многие из которых модифицированы или усовершенствованы авторами, а также новые методики. В настоящей лекции мне хотелось бы остановиться лишь на тех вопросах, которые недостаточно полно изложены в книге (Методы изучения…., 2002) или являются достаточно важными при изучении нарушенных лесных сообществ.

В ходе наблюдений накоплен огромный фактический материал (учеты на пробных площадях повторяются каждые 3-5 лет). Полученные данные позволяют более полно и разносторонне увидеть процессы, протекающие в лесных экосистемах, и дать прогноз их будущего состояния, а в этом и состоит суть лесного мониторинга.

1. Подбор и закладка постоянных пробных площадей в лесных сообществах

Создание сети постоянных пробных площадей (ППП) с последующим проведением на них длительных комплексных исследований — хорошо известный и надежный метод наблюдений, позволяющий получить разностороннюю достоверную информацию о состоянии лесных экосистем и их динамике, о взаимоотношениях основных лесообразующих пород на разных этапах их роста и развития, о реакциях отдельных видов на изменения природных и воздействие антропогенных факторов и т. д. Систематические наблюдения за растительными сообществами, позволяющие фиксировать происходящие изменения в их составе, структуре, состоянии и продуктивности должны стать важной составной частью фундаментальных исследований. Эффективность мониторинга может быть достигнута только тогда, когда регулярные исследования будут проводиться на добротной основе – на сети хорошо подобранных и детально описанных постоянных пробных площадях.

Выбор места для закладки ППП. Подбор и закладка ППП должны выполняться по общепринятым (ГОСТ 16128-70) и подробно описанным в литературе методикам (Моисеев, 1971; Рысин и др., 1988; Ярмишко, 1997; Методы изучения…., 2002; Динамика лесных сообществ…, 2009 и др.). Когда целью исследования является изучение естественной динамики лесной растительности, серия постоянных пробных площадей закладывается в коренных или условно-коренных типах лесных сообществ, являющихся зональными или региональными эталонами лесов. При этом необходимо, чтобы к участку леса с постоянными пробными площадями не примыкали объекты мелиоративной сети, значительные по площади вырубки, сельскохозяйственные угодья, линии электропередачи, проезжие дороги и рекреационные маршруты.

Когда основной целью исследований является оценка восстановления лесных сообществ после различных внешних воздействий (рубки, пожары, ветровалы, насекомые-вредители и пр.), ППП следует закладывать в сообществах с разной давностью нарушения в пределах одного типа леса.

При изучении и оценке воздействия промышленного атмосферного загрязнения на лесные экосистемы и их компоненты ППП должны располагаться на различном удалении от источника эмиссии по направлению преобладающих ветров и в фоновых условиях (контроль) вне зоны влияния загрязнителей. Серия ППП должна включать сообщества, относящиеся к одному типу леса и имеющие примерно одинаковую давность нарушения. Принадлежность лесных сообществ к одному исходному типу леса на участках с нарушенным растительным покровом определяется по положению в рельефе, механическому составу почвообразующих пород и морфологии почвенного профиля.

Каждая ППП в своих границах должна быть однородна по характеристикам растительности и почв. О степени нарушенности участка леса и типе повреждающих факторов можно судить по состоянию различных компонентов сообщества: возрасту древостоя, наличию механических повреждений и пожарных шрамов на стволах деревьев, состоянию ассимиляционных органов растений, состоянию эпифитной лишайниковой растительности и др.

Размеры и форма ППП. Размер ППП зависит в значительной степени от возраста древостоя и числа стволов на единицу площади; в древостоях III-IV классов возраста и старше желательно, чтобы было не менее 200 деревьев с диаметром 4-6 см и более. Обычно вполне отвечает этим условиям площадь 0,25 га; при необходимости она может быть уменьшена до 0,1 или увеличена до 0,5 га. ППП придается прямоугольная или квадратная форма. Для этого применяется буссоль — угломерный инструмент, предназначенный для непосредственного измерения на местности магнитных азимутов. Ориентация ППП может быть произвольной, но удобнее, когда стороны ППП ориентированы по сторонам света.

Рис. 1. Подготовка визиров, разметка площади на 10-метровые квадраты и установка столбов на постоянной пробной площади.

Отбивка границ пробной площади. Работу по закреплению на местности ППП начинают с установки углового столба, например юго-западного (рис. 1). Рядом со столбом (или непосредственно на нем) располагают буссоль и по градусному кольцу задают направление

западной и южной сторон ППП. Точность прокладки каждой из сторон контролируется при помощи глазного диоптра буссоли. Для удобства работы можно использовать вешки — хорошо различимые с большого расстояния или шесты, служащие временными ориентирами. Отбивку границ ППП целесообразнее делать весной или осенью, когда на деревьях отсутствуют листья. Угловые пикеты соединяют туго натянутым по прямой линии шнуром. При необходимости вдоль сторон прорубают узкие визиры, однако размер нарушений должен быть минимальным (как правило, убираются лишь мешающие визированию боковые ветви). Затем вдоль шнура через каждые 10 м вбивают пикеты (вешки) высотой 1,0-1,5 м.

Разбивка ППП на квадраты. Пикеты на противоположных сторонах пробной площади соединяют туго натянутым по прямой линии шнуром. Визиры при этом не прорубают. При наличии густого подроста или подлеска шнур можно поднять на высоту до 1,5 м. Обозначенные шнуром линии размечаются пикетами через каждые 10 (5) м. При установке пикетов средняя ошибка в определении их положения не должна превышать 0,1 м. Для обозначения пикетов в густом напочвенном покрове или подлеске на колышки привязывают яркие ленточки.

Оформление ППП. Все 4 угла ППП закрепляют стандартными столбами (рис. 2). Надпись делают черной краской. На столбе указывают номер квартала и пробной площади, размер ППП, название организации и год закладки ППП.

Привязка ППП. Привязка осуществляется без прорубки визиров по отношению к какому-либо постоянному ориентиру, чаще — к квартальному столбу. Параметры привязки заносятся в паспорт ППП.

Паспорт ППП. В паспорт ППП заносятся общие сведения о пробной площади. Указывается примерная площадь лесного массива, тип сообщества и его площадь, номер и размер пробной площади, дата описания, фамилии исполнителей. Можно использовать сложные номера, включающие в себя год описания и географический район. Например: «JI- 08-97», что соответствует пробной площади № 8 в Лапландском государственном биосферном заповеднике, заложенной в 1997 году. Кроме того, необходимо указать сведения об административном и географическом положении пробной площади: район, урочище, схема привязки объекта (река, озеро, горный массив) и более детальные указания, позволяющие при необходимости определить положение пробной площади на географической карте или схеме, желательно указать координаты ППП полученные с помощью GPS хотя бы в одной точке (у одного углового столба).

Общие характеристики местообитания.

После завершения закладки ППП необходимо определить следующие характеристики:

1) превышение над локальным базисом эрозии (превышение над элементом ландшафта с выходящими на поверхность грунтовыми водами — рекой, озером, болотом);

2) крутизну и экспозицию склона;

3) давность нарушения сообществ (рубки, пожары, ветровалы и др.). Давность пожара определяется на основе анализа спилов или кернов (керны отбираются при помощи возрастного бурава Пресслера) живых деревьев, имеющих пожарные шрамы на стволах. При этом необходимо обследовать не менее 5 деревьев в радиусе 50-100 м от пробной площади, т. к. повреждения отдельных деревьев могут быть обусловлены причинами не пирогенного характера (например, животными, человеком, падением соседних деревьев); в случае совпадения давности нарушения камбия на 5 или более деревьях, зарегистрированную давность нарушения можно считать давностью пожара.

Описание компонентов растительного сообщества. После закладки пробной площади описание лесного сообщества необходимо проводить в следующей последовательности:

1) определение характеристик подчиненных компонентов сообщества (травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов, полога подроста); начинать описание с других компонентов не следует, т. к. при определении их параметров происходит нарушение нижних ярусов;

2)определение характеристик древесного яруса и подлеска;

3)описание внеярусной растительности;

4)описание почвенного профиля в почвенных разрезах и прикопках.

Геоботанические описания следует делать на специально подготовленных бланках или в полевом журнале в форме таблицы, где по вертикали указываются последовательно все измеряемые характеристики местообитания и сообщества, по горизонтали (в шапке) — номера пробных площадей или площадок.

Рис. 2. Подготовка столбов для закрепления постоянной пробной площади на местности

2. Закладка учетных площадок и профилей на постоянных пробных площадях

Для измерения различных характеристик нижних ярусов и пологов лесных сообществ (полога подроста древесных растений, подлеска, травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов), исследования процессов семеношения древесных растений, а также для проведения различных полевых экспериментов используются методы постоянных учетных площадок, профилей, трансект (Побединский, 1966; Маслаков, 1968; Раменский, 1971; Злобин, 1972; Орлова, 1981; Санников, Санникова, 1985; Пугачевский, 1988; Маслов, 1990; Методы изучения…, 2002). Размер, форма, количество, характер расположения и способ фиксации учетных площадок в пределах пробной площади могут различаться в зависимости от целей исследования и особенностей состава и строения изучаемого сообщества. Размер учетных площадок варьирует в очень широких пределах: от «точки» (метод уколов) до нескольких сотен квадратных метров. В практике геоботанических и экологических исследований в большинстве случаев закладываются учетные площадки квадратной формы размером 0,2 х 0,2 м, 0,25 х 0,25 м, 0,5 х 0,5 м, 1 х 1 м, 2 х 2 м, 5 х 5 м. Наиболее универсальными и часто используемыми являются площадки размером 1 х 1 м (рис. 3).. Значительно реже применяют площадки прямоугольной формы (0,25 х 0,5 м, 0,5 х 1 м, 2 х 1 м и т. д.). Закладка круговых учетных площадок, как правило, связана с особой целью исследований, в частности с оценкой влияния особей древесного яруса на характеристики полога подроста, напочвенного покрова, лесной подстилки, изучении фитогенных полей.

Рис. 3. Учетная площадка размером 1 х 1 м, на которой сделано описание живого напочвенного покрова и срезаны растения для оценки запасов фитомассы.

Вопрос о количестве учетных площадок, закладываемых в пределах каждой пробной площади, решается исходя из задач исследования и особенностей строения нижних ярусов лесного сообщества. Общим правилом является то, что чем меньше размер учетных площадок, тем большее их количество должно быть заложено для измерения характеристик с заданной точностью. При использовании площадок размером 1 х 1 м наименьшее необходимое их число равно 20. Такой объем выборки применяется для получения самой общей характеристики нижних ярусов лесных сообществ (когда их исследование не является основной целью работы) или в отдельных случаях в лесных сообществах с однородным сложением нижних ярусов.

3. Измерение характеристик древесного яруса

В пределах всей совокупности особей древесных растений в лесном сообществе выделяют основную структурную часть — древесный ярус (древостой). Основным критерием выделения древесного яруса является критерий высоты особей. В большинстве классических исследований (Третьяков,1957; Сукачев, 1931; Анучин, 1971; Корчагин, 1976) к древесному ярусу относят древесные растения, высота которых составляет более ¼ (иногда — более ½) высоты наиболее высоких особей древесных растений в составе лесного сообщества. В современных исследованиях (Linder et al., 1997; Engelmark, 1998; Горшков, 2001) к древесному ярусу рекомендуется относить все древесные растения высотой более 1,5 м. Древесные растения, высота которых меньше указанных пределов, относят к пологу подроста.

Древесный ярус является главным, ценозообразующим компонентом лесного сообщества. Характеристики древесного яруса определяются параметрами местообитания (климатом, рельефом, свойствами почвообразующих пород), а также типом, давностью и интенсивностью последнего нарушения. В свою очередь, древесный ярус формирует внутреннюю среду фитоценоза (биотоп), оказывающую большое влияние на характеристики подчиненных компонентов лесных сообществ.

Рис. 4. Спил древесины лиственницы для определения возраста дерева, давности пожаров и погодичной динамики радиального прироста.

Древостой представляет собой сложную по составу и структуре систему, сформированную совокупностью взаимосвязанных в своем происхождении и развитии особей древесных растений. В пределах древесного яруса на основе ряда критериев могут быть выделены отдельные структурные части (компоненты, подъярусы, пологи).

В большинстве случаев в пределах древесного яруса выделяется перечетная часть, в состав которой входят деревья с диаметром на высоте груди 6 (4) см и более (в молодых древостоях — 1 см и более). Эта часть древостоя определяет его основные биологические и лесохозяйственные параметры; доля общей биомассы и запаса древесины, приходящаяся на неперечетную часть древостоя, как правило, незначительна.

В фитоценологических и лесоведческих исследованиях в случае выраженной вертикальной расчлененности древесного яруса принято выделять в его пределах отдельные подъярусы (иногда называемые I, II и т. д. ярусы) и/или пологи. Подъярусы и пологи выделяются на основе различий древесных растений по высоте[1].

В лесоведении выделение подъярусов (пологов) в древостое рекомендуется, только если входящие в них особи древесных растений по высоте отличаются не менее чем на 20-30 % и имеют запас не менее 20-30 % от общего запаса яруса (Третьяков, 1957; Анучин, 1971; Поляков, Набатов, 1983). В бореальных лесах образование четко выраженных подъярусов обусловлено в основном периодическим воздействием внешних нарушающих факторов, в первую очередь лесных пожаров средней и высокой интенсивности, приводящих к гибели всех или значительной части особей в древесном ярусе и формированию поколений деревьев, различающихся по возрасту, видовому составу и высоте.

---

[1] *В. Н. Сукачев (Сукачев, 1931; Сукачев, Зонн, 1961) и вслед за ним А. А. Корчагин (1976) и некоторые другие исследователи придерживаются мнения, что подъярусы в древостое выделяются в том случае, если различие в высоте особей связано с их видовой спецификой (т. е. если в древостое представлены разные виды); если же различие в высоте обусловлено различным возрастом или степенью угнетенности особей одного вида, то в древостое могут быть выделены отдельные пологи (обычно 2-3), являющиеся в отличие от подъярусов динамическими, непостоянными компонентами.*

Рис. 5. Спил древесины березы для определения возраста дерева и давности пожаров.

При изучении временной динамики характеристик древесного яруса, в зависимости от поставленных задач, в его составе могут быть выделены также господствующий и подчиненный компоненты (сформированные успешно развивающимися и отстающими в росте, угнетенными особями), допожарный и после пожарный компоненты и др.

В лесоведении в составе древесного яруса принято выделять структурные части, называемые элементами леса. Под элементом леса понимается часть древесного яруса (или древесный ярус в целом), состоящая из деревьев одного вида, формирующих один подъярус и различающихся по возрасту не более чем на 2 класса (т. е. на 20 лет для лиственных и на 40 лет для хвойных древесных растений). Оценка параметров древесного яруса выполняется на основе измерения характеристик отдельных особей древесных растений, входящих в его состав, и определения характеристик его структурных и динамических компонентов. Перед выполнением измерений характеристик древесного яруса проводят нумерацию деревьев.

Нумерация деревьев. Кора всех стоящих деревьев диаметром не менее 6 см слегка зачищается по периметру на высоте 1,3 м. С южной стороны зачищается несколько большая площадка; масляной краской на уровне 1,3 м от корневой шейки ставится горизонтальная черта и над ней — номер дерева. Высота цифр — 5 см. Иногда практикуется нумерация деревьев с использованием различных полиэтиленовых и металлических пластинок (бирок) с предварительно нанесенными на них номерами. При раздвоении ствола дерева ниже высоты 1,3 м каждому из двух стволов дается свой номер. Нумерация деревьев проводится по 10-метровым полосам челночным движением, начиная с северо-западного угла.

Желательно также пронумеровать все сломанные и ветровальные деревья. Обеим частям сломанных стволов (стоящей и лежащей) присваивается один номер. Если слом произошел ниже высоты 1,3 м, то нумеруется часть ствола, лежащая на земле. Черта и номер ставятся на расстоянии 1,3 м от корневой шейки. При этом сломанные и ветровальные стволы следует отличать от валежа, к которому относятся лежащие разлагающиеся стволы, продавливаемые твердым предметом и зарастающие мхами и травами.

При повторных наблюдениях нумерация деревьев подновляется, утерянные номера восстанавливаются. Экземпляры подроста, диаметр которых достиг 6 см, переводятся в

древостой и получают очередные порядковые номера. Номера деревьев, выпавших из древостоя или перешедших в валеж, другим деревьям не присваиваются.

Измерение диаметров стволов деревьев осуществляют мерной вилкой. Диаметры стволов растущих деревьев принято измерять на строго определенной высоте — 1,3 м от шейки корня. Эта высота соответствует уровню груди среднего человека, поэтому диаметр, измеренный на высоте 1,3 м, называется диаметром на высоте груди. При измерении диаметров подвижную ножку мерной вилки отводят от неподвижной, прикладывают вилку линейкой вплотную к стволу (к черте, помеченной масляной краской) перпендикулярно его оси и прижимают подвижную ножку. В таком положении снимают отсчет измеряемого диаметра. При этом записывают цифру того деления, которое видно на линейке со стороны руки, держащей подвижную ножку. Учитывая то, что ствол обычно не имеет идеальной окружности, диаметр измеряют два раза во взаимно перпендикулярных направлениях и берут среднее из двух показаний, округляя цифру до ближайшей ступени толщины.

Определение возраста деревьев. У 20-30 живых деревьев, выбранных пропорционально распределению по ступеням толщины, с помощью бурава Пресслера по керну определяется возраст с точностью до 1 года. В разновозрастных древостоях число пробуренных деревьев желательно увеличить до 50 шт.

Керн отбирается буром с восточной стороны ствола на высоте 0,3 м от шейки корня. После взятия керна отверстие забивается плотной пробкой из древесины лиственной породы (сухим сучком) или закрывается садовым варом. При наличии стволовой гнили бурав дезинфицируется в растворе любого антисептика. К полученному возрасту по керну прибавляется возраст на пень, равный в среднем 5 годам. Результат определения возраста заносится в паспорт ППП. При повторных наблюдениях число деревьев с кернами желательно увеличить. Для более точного определения возраста деревьев часто используют спилы ствола на уровне корневой шейки (рис. 4 и 5). По кернам и спилам желательно также определить ширину водопроводящей зоны, патологию ствола и радиальные приросты ствола по десятилетиям или погодичную их динамику.

Определение прироста древесины по годичным кольцам. В процессе многолетних исследований в лесных сообществах мы сконструировали приспособление для подготовки кернов для последующего изучения и анализа годичных колец деревьев (рис. 6).

Оно состоит из пластин и винтов для зажима. Образец древесины 1 помещают в паз 2 приспособления и зажимают пластинами 3 с помощью винтов 4 таким образом, что он выступает над поверхностью прибора на 1—1,2 мм. Затем остро заточенным инструментом (нож, бритва и т. п.) производят срез выступающей части образца. Здесь уместно подчеркнуть, что влажные образцы древесины легко и хорошо зачищаются, срезы имеют ровную без шероховатостей поверхность с четко различимыми границами годичных колец. В хорошо подготовленных кернах легко различается ранняя и поздняя части годичного кольца.

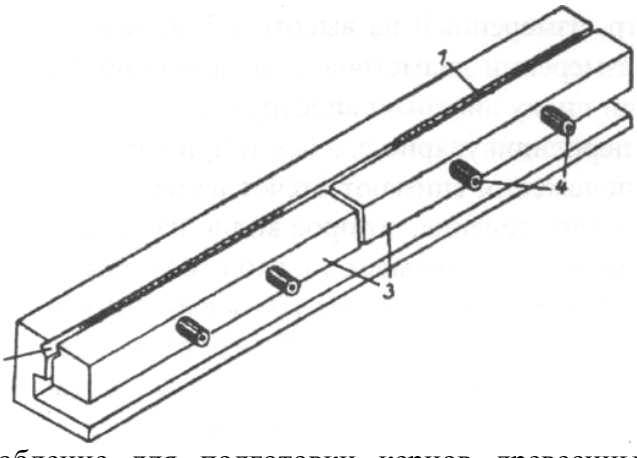


Рис. 6. Приспособление для подготовки кернов древесины к подсчету ширины годичных колец.

При длительном хранении керны теряют свою естественную влажность, становятся довольно твердыми и подготовка их к анализу имеет определенные сложности, поэтому такие образцы перед зачисткой целесообразно опустить на 15-20 мин в кипящую воду. По мере подсыхания подготовленную поверхность образцов рекомендуется смачивать спиртово-глицериновой смесью. Долгохранящиеся керны можно готовить к работе шлифовальной машиной. Для измерения ширины годичных колец деревьев мы используем прибор Линтаб.

Определение высот деревьев. Измерение высоты деревьев проводится с помощью высотомеров. Известными геодезическими инструментами для измерения высот деревьев являются эклиметры, уклономеры и оптические высотомеры (например, зеркальный реласкоп В. Биттерлиха). Измерение производится с точностью до 0,5-1 м у тех же деревьев, у которых определялся возраст. Для каждой породы на строится график зависимости высоты от диаметра, который прикладывается к паспорту ППП. Нанесенные точки позволяют оценить достаточность числа измеренных высот для всех ступеней толщины и пологов и, соответственно, необходимость дополнительных измерений. Для деревьев максимальных диаметров замеряется не менее 5-10 высот. При повторных учетах измерение высот необходимо проводить у тех же, но только живых деревьев.

В случае отсутствия специальных приборов для измерения высот деревьев в качестве высотомера можно использовать мерную вилку (рис. 7). В неподвижной ножке имеется отверстие, в котором укрепляют нить, оканчивающуюся отвесом. На подвижной ножке точно напротив точки прикрепления нити с отвесом ставят черту и принимают ее за нулевое деление. Измерение высот осуществляется следующим образом. Исследователь отходит от дерева на некоторое расстояние так, чтобы хорошо была видна вершина измеряемого дерева. Подвижную ножку устанавливают в такое положение, чтобы расстояние между ножками в сантиметрах было равно расстоянию от исследователя до дерева в метрах. Далее вдоль внутренней стороны неподвижной ножки визируют на вершину дерева. При этом нить с отвесом займет вертикальное положение и на шкале подвижной ножки укажет деление, соответствующее высоте дерева до глаза наблюдателя.

В равнинной местности, чтобы получить всю высоту дерева, нужно к измеренной части высоты прибавить рост исследователя до глаз. В горной местности при измерении высоты необходимо визировать инструмент на вершину и на основание ствола и брать два отсчета. Если основание ствола расположено ниже наблюдателя, высота ствола будет равна сумме отсчетов на вершину и на основание ствола, а если основание ствола выше наблюдателя, то высота ствола будет равна разности отсчетов на вершину и на основание.

Точность определения высот с помощью мерной вилки обычно составляет ±5-8 %. Измерение высот мерной вилкой в современных условиях применяется в исключительных случаях, только при отсутствии более совершенных высотомеров.

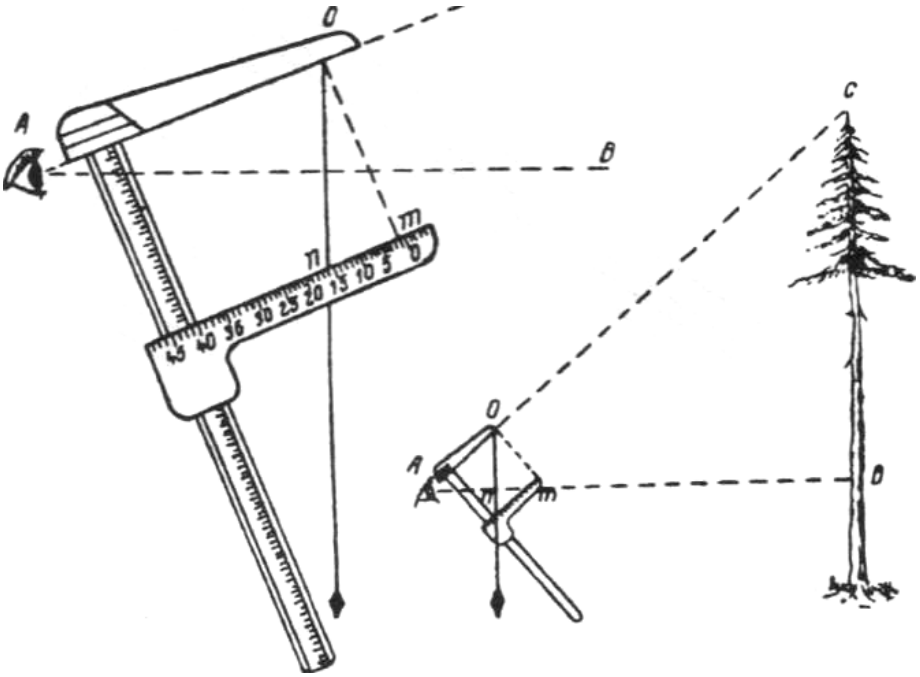


Рис. 7. Схема измерения высоты дерева мерной вилкой

Среди оптических высотомеров наиболее распространен зеркальный реласкоп В. Биттерлиха. Он является универсальным прибором и позволяет измерять все основные таксационные показатели дерева и насаждения: высоты деревьев, их диаметр на любой высоте, видовую высоту, длину горизонтальных линий, угол наклона местности, сумму поперечных сечений деревьев на 1 га. Реласкоп представляет собой портативный прибор по размерам немного больше фотоаппарата. В корпусе реласкопа имеется маятник с нанесенными на нем измерительными шкалами. Изображение этих шкал переносится на измеряемые объекты зеркальным устройством. По бокам корпуса имеются два окошка из матового стекла. В верхней части прибора в передней и задней стенках корпуса имеется глазок для визирования на измеряемые объекты. Для измерения высоты дерева устанавливают величину базисного расстояния (15, 20, 25 или 30 м), которое определяется с помощью дальномерного устройства реласкопа.

Определение полноты древостоя полнотомером. Полнотомер (или угловой шаблон) В. Биттерлиха (рис. 1.11) представляет собой деревянную палочку длиной 1 м, на одном конце которого имеется металлическая прицельная рамка с вырезом 2 см, служащая предметным диоптром. Отношение ширины диоптра к длине бруска составляет $^{2}/100 = {}^{1}/50$, поэтому при различной длине бруска может быть и соответствующая ширина диоптра. При определении суммы площадей поперечных сечений стволов исследователь становится в насаждении, прикладывает брусок к щеке на уровне глаза и визирует вдоль бруска через диоптр на все деревья, которые попадают в поле зрения, постепенно поворачиваясь на 360°. Визировать необходимо на ствол на высоте 1,3 м от шейки корня.

При визировании на деревья исполнитель подсчитывает деревья, полностью закрывающие просвет диоптра, а деревья, касающиеся внутренних сторон диоптра, считает два за одно. Деревья, вписывающиеся в предметный диоптр и не касающиеся его внутренних сторон, не учитываются. Количество учтенных деревьев, согласно вышеприведенному правилу, будет составлять сумму площадей поперечных сечений в кв. м на 1 га.

Для большей портативности полнотомер В. Биттерлиха может быть изготовлен в виде пластинки из цветного органического стекла на гибкой базисной цепочке. Если на пластинке сделать предметный диоптр шириной 1 см, то длина базисной цепочки составит 0,5 м. В таком исполнении угловой шаблон становится более портативным.

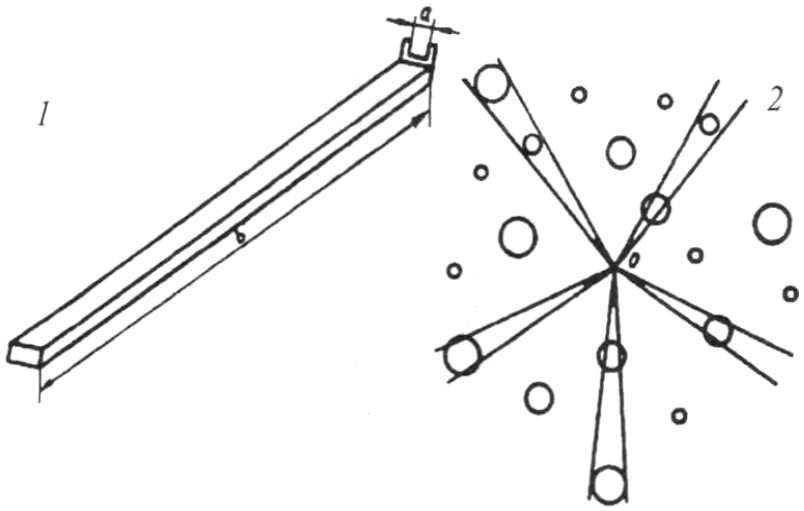


Рис. 1.11. Полнотомер В. Биттерлиха

Определение категорий состояния деревьев. Категории состояния дерева указываются по 10-балльной шкале (Рысин и др., 1988); для стоящих деревьев используются баллы от 0 до 5. Баллы 6-0 используются для обозначения буреломных и ветровальных стволов (в том случае, если они занумерованы). Категории состояния определяются по совокупности признаков: ажурности кроны, приросту по высоте, состоянию ветвей, ствола и корней.

1— *здоровые деревья* — без внешних признаков ослабления; с густой зеленой кроной, с нормальными для данного возраста и условий местопроизрастания приростами последних лет;

2— *ослабленные деревья* — характеризуются слабо ажурной кроной, повреждением до 1/3 фотосинтезирующего аппарата, укороченным приростом в высоту, усыханием отдельных ветвей, повреждением или небольшим местным отмиранием ствола, отдельных корневых лап;

3— *сильно ослабленные деревья* — с ажурной кроной, с повреждением и усыханием до 2/3 фотосинтезирующего аппарата, с сильно укороченным приростом или без него, суховершинные, со значительными повреждениями, поражениями ствола, корневых лап; в ряде случаев наблюдается частичное заселение дерева стволовыми вредителями при местном типе ослабления;

1) — *усыхающие* — с сильно изреженной кроной или только отдельными живыми ветвями; с повреждением более 2/3 фотосинтезирующего аппарата, листва (хвоя) желтеет и осыпается, текущего прироста по высоте нет, по стволу и корням возможны насечки и единичные свежие поселения стволовых вредителей;

2) — *свежий сухостой* — деревья, усохшие в текущем году, с желтой или бурой листвой (хвоей) или без нее; по стволу — свежие поселения короедов, возможны личинки 1-3-го возраста. Усыхание хвойных деревьев без заселения короедами встречается редко, среди лиственных пород — чаще;

3) — *старый сухостой* — деревья, усохшие в прошлые годы; хвои (листвы) нет; вершинка, как правило, обломлена; кора и мелкие веточки легко отваливаются; стволовые вредители вылетают или вылетели;

4) — *свежий ветровал* — деревья, которые в прошлом году относились к категориям 0-3, а в год наблюдений выпали с оголением корневой системы; пожелтевшая листва (хвоя) местами может сохраняться, текущего прироста нет; по стволу, как правило, свежие поселения короедов или энтомокомплекса, летных отверстий нет;

5) — *старый ветровал* — лежащие деревья с вывороченными корневыми системами, по времени — это отпад прошлых лет; кора легко отваливается, стволовые вредители вылетают или вылетели;

6) — *свежий бурелом* — деревья, которые в прошлом году относились к категориям 0-3, а в год наблюдений выпали со сломом ствола ниже границы кроны; пожелтевшая листва (хвоя) местами еще может сохраняться; текущего прироста нет; по стволу, как правило, свежие поселения короедов или энтомокомплекса, летных отверстий нет;

7) — *старый бурелом* — деревья со сломанным ниже границы кроны стволом, по времени — это отпад прошлых лет; кора легко отваливается, стволовые вредители уже вылетели.

С целью повышения объективности оценки состояния живых деревьев желательно учитывать и такие признаки, как наличие водяных побегов и контрфорса, каллюсообразование и т. п.

Картирование деревьев. Для составления плана древостоя измеряются координаты отдельных деревьев. За начало координат, как правило, принимается юго-западный угол ППП. Измерения проводятся при помощи 10-метровой рулетки и мерной рейки (шеста) длиной 5,5 м в соответствии со схемой картирования. На каждом 10-метровом отрезке линий, проходящих через пикеты, для деревьев, попавших на полосу картирования, измеряются расстояния от начала рулетки до рейки и от рулетки до ствола, при этом рулетка и рейка должны составлять прямой угол. К расстоянию от рулетки до ствола сразу прибавляют радиус дерева (получая, таким образом, координату центра ствола), после чего результаты измерений заносят в специальную таблицу. Оба расстояния даются с точностью 0,1 м. Окончив картирование, проверяют наличие в таблице всех номеров деревьев. В камеральных условиях исходя из таблицы и схемы картирования координаты деревьев, измеренные относительно 10-метровых отрезков отдельных линий, переводят в абсолютные координаты относительно угла ППП, принятого за «0». Для этого к первой координате прибавляют расстояние от начала линии до начала соответствующего 10-метрового отрезка. Ко второй координате при картировании «вверх» прибавляют расстояние от линии картирования до самой нижней линии, при картировании «вниз» координату вычитают из этого расстояния. При повторных наблюдениях дополнительно измеряются координаты деревьев из подроста, диаметр которых достиг 6 см.

Для достижения большей точности измерения координат желательно увеличить число линий картирования. С этой целью используются линии, проходящие через постоянные колышки трансект для учета подроста и подлеска.

Ярус подлеска (кустарниковый ярус) не относится к числу характерных компонентов ненарушенных или слабо нарушенных бореальных хвойных лесов. В наибольшей степени он представлен в производных типах лесных сообществ, развивающихся на стадиях восстановления северных хвойных лесов после различных внешних нарушений, а также на начальных этапах формирования лесной растительности на вновь образовавшихся субстратах естественного и антропогенного происхождения в процессе первичных сукцессий в поймах рек, на отложениях ледников, оползней, вулканов, отвалах горных разработок и т. д (рис. 8.).

Рис. 8. Учетная площадка (ограничена вешками и зеленой веревкой) для детального исследования подлеска на вырубке.

Для измерения характеристик яруса подлеска на постоянных пробных площадях в лесных сообществах используются методы постоянных учетных площадок и профилей (см. выше). В пределах пробной площади в зависимости от ее размера закладывается от 2 до 10 регулярно расположенных профилей шириной 2 м и длиной, соответствующей длине одной из сторон пробной площади. В пределах каждого профиля фиксируются примыкающие друг к другу или расположенные через 3-5 м одна от другой квадратные учетные площадки (размером 2 х 2 м). При малой плотности особей и разреженности яруса подлеска используются примыкающие площадки, т. е. учет растений проводится по всей длине профиля. При хорошо выраженном, имеющем достаточно высокое проективное покрытие ярусе подлеска измерение всех (или части) его характеристик осуществляется на расположенных по профилю учетных площадках. При закладке для описания нижних ярусов сообществ блоков учетных площадок, состоящих из 4-9 площадок размером 1 х 1 м, можно использовать эти же блоки для регистрации характеристик яруса подлеска, принимая 1 блок за 1 учетную площадку.

На каждой площадке для каждой особи подлеска фиксируется видовая принадлежность и категория состояния, определяется сомкнутость яруса. При детальных исследованиях дополнительно определяют возраст каждой особи кустарника, высоту и ширину куста, величину общего проективного покрытия и проективного покрытия каждого вида. Кроме того, для каждой учетной площадки фиксируется ряд характеристик условий местообитания: относительная сумма площадей сечений и сквозистость древесного яруса, характеристики верхних горизонтов почвы.

Высота особей яруса подлеска регистрируется как среднее из высоты 3-5 осей разных порядков. Высота определяется при помощи линейки, мерного шеста или высотомера.

Ширина куста определяется по двум взаимно перпендикулярным направлениям при помощи рулетки, аналогично измерению ширины крон деревьев.

Возраст куста в большинстве случаев определяется приблизительно. Трудность определения возраста растений яруса подлеска состоит в том, что с течением времени старые

оси кустов, как правило, постепенно отмирают, разрушаются и заменяются новыми, возраст каждой из которых значительно меньше общего возраста куста. У некоторых видов главная ось сохраняется наряду с боковыми в течение всей жизни. К таким растениям относится широко распространенный вид кустарникового яруса бореальных лесов можжевельник обыкновенный (*Juniperiis communis* L.), у которого в более сухих местообитаниях особи нередко принимают форму небольшого дерева. В этом случае определение возраста проводится на поперечном срезе у основания главной оси или на керне так же, как это делается для древесных растений. Для видов кустарников, у которых наблюдается отмирание главной оси, определение возраста может быть выполнено по методу, предложенному И. Г. Серебряковым (1954). Общий возраст особи кустарника (или парциального куста у видов, для которых характерно развитие длинных корневищнообразных подземных побегов, дающих начало новым кустам), определяется по формуле

$$A = a + (n \cdot b),$$

где A — полный возраст куста; a — возраст скелетной оси последнего порядка (определяется по числу годичных колец у основания периферического побега или по числу линейных годичных приростов, если они хорошо различимы); n — наибольшее число порядков скелетных осей куста; b — интервал кущения, т. е. разность в возрасте пар материнских и дочерних осей куста (устанавливается на основе измерения у 50 экземпляров данного вида и принимается за постоянную для данных условий величину).

Сомкнутость яруса определяется как доля площади проекций кустов (в процентах) от площади учетной площадки без учета просветов внутри кустов.

Проективное покрытие отдельных видов и общее проективное покрытие регистрируется как доля площади проекции всех надземных частей растений данного вида или яруса в целом (в процентах) от площади учетной площадки.

Методы изучения и оценки биологической продуктивности древесного яруса, подроста и подлеска, методы измерения характеристик нижних ярусов и полога подроста, исследований подстилки и почв в лесных сообществах и другие методы детально описаны в монографии «Методы изучения лесных сообществ» (2002), а также в других изданиях нашей лаборатории.

В ходе наших наблюдений на многочисленных постоянных пробных площадях одними и теми же специалистами на протяжении 30 лет накоплен огромный фактический материал (инвентаризация состояния растительности на ППП проводится с частотой один раз в 3-5 лет). Полученные данные позволяют более полно и разностороннее увидеть процессы, протекающие в лесных экосистемах, и дать прогноз их будущего состояния, а в этом и состоит суть лесного мониторинга.

Для долговременного мониторинга изучаемых объектов особенно важны: подбор участков ненарушенных лесных экосистем используемых в дальнейшем в качестве контроля; точная характеристика экосистемы в начале наблюдений (точка отсчета); датировка и величина (мощность) прошедшего нарушения (рубка, пожар и т.п.); строгое соблюдение избранной периодичности наблюдений. Постоянство наблюдений обеспечивает достоверность сведений о поведении каждого вида после нарушения или разрушения экосистемы, темпах и сроках восстановления ярусов и синузий, направленности сукцессионных процессов, развитии подроста и т.д., то есть решается целый комплекс геоботанических и лесоведческих задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методы изучения лесных сообществ (Отв. ред. Ярмишко В.Т., И.В.Лянгузова) СПб:НИИХимии СПбГУ, 202, 240 с.

2. *Третьяков Н.В*. Лесная таксация: конспект лекций. Л.: ЛТА, 1957. 299 с.

3. *Ярмишко В.Т*. Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на Европейском Севере. СПб.: СПбГУ, 1997ю 210 с.

4. *Рысин Л.П., Комиссаров Е.С., Маслов А.А., Петерсон Ю.В., Савельева Л.И.* Методические предложения по созданию системы постоянных пробных площадей на особо охраняемых территориях. М.: Наука, 1988. 28 с.

5. *Раменский Л.Г.* Проблемы и методы изучения растительного покрова. Избр. Работы. Л., 1971 334 с.

6. *Анучин Н.П.* Лесная таксация. Изд. 3-е. М., 1971. 509 с.

7. *Булыгин Н.Е., Ярмишко В.Т.* Дендрология. Изд. 3-е. 2010. 528 с.

8. *Побединский А.В*. Изучение лесовосстановительных процессов. М., 1966, 240 с.

9. *Сукачев В.Н*. Руководство к исследованию типов леса. М.-Л.., 1931. 328 с.

10. Динамика лесных сообществ Северо-Запада России. (отв. ред. Ярмишко В.Т.). СПб.:ВВМ, 2009. 276 с.

11. Проблемы экологии растительных сообществ (отв. ред. Ярмишко В.Т.). СПб.: ООО «ВВМ», 2005. 450 с.

12. *Маслов А.А*. Количественный анализ горизонтальной структуры лесных сообществ. М.: Наука. 1990, 160 с.

13. *Linder P., Elfving B., Zackrisson O*. Stand structure and successional trends in virgin boreal forest reserves in Sweden// For. Ecol. And Manag. 1997. Vol. 98. p. 17-33.

14. *Engelmark O., Hofgaard A., Arnbog T*. Successional trends 219 years after fire in an old *Pinus sylvestris* stand in northern Sweden // J. Veg. Sci.. 1998/ Vol. 9 p. 583-592.

15. *Горшков В.В*. Послепожарное восстановление сосновых лесов Европейского Севера. Автореф. дис. на соиск степени д.б.н.. СПб. 2001. С. 35.

16. *Мазная Е.А., Лянгузова И.В*. Эколого-популяционный мониторинг ягодных кустарничков при аэротехногенном загрязнении. СПб.: «ВВМ». 2010. 195 с.

17. *Сукачев В.Н.* Основные понятия лесной биогеоценологии. В кн.: Основы лесной биогеоценологии. М. 1964. С. 5-49.

18. *Израэль Ю.А.* Экология и контроль состояния природной среды. Л.: Гидрометеоиздат, 1984ю 360 с.

19. *Рысин Л.П., Савельева Л.И.* Постоянные пробные площади в системе лесного мониторинга. //Мониторинг разнообразия. М., 1997. с.108-115.

РАЗНООБРАЗИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ

УДК 581.5

ТЕОРИЯ РАВНОВЕСИЯ ОСТРОВНОЙ БИОГЕОГРАФИИ: ПРОБЛЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЦЕЛЯХ СОХРАНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ

© 2012 В.В. Акатов

Майкопский государственный технологический университет, г. Майкоп

Обсуждаются результаты тестирования теории островной биогеографии, следствия фрагментации природных ландшафтов для растительных сообществ и условия долговременного сохранения фрагментированных фитоценозов.

Ключевые слова: *острова, островные местообитания, видовое богатство, растительные сообщества, видовая релаксация*

Около 60-и лет назад Мунрое (Munroe, 1948, 1953, по: [1]), а затем десять лет спустя независимо от него МакАртур и Уилсон [2] предложили теорию, известную, как «теория динамического равновесия островной биогеграфии». В соответствии с ней, видовое богатство островов отражает равновесие между процессами вымирания и иммиграции видов, которое имеет динамический характер. При этом, равновесное число видов является функцией площади островов и степени их изолированности.

Проблемы тестирования

Поиск доказательств, подтверждающих или опровергающих теорию равновесия, осуществлялся либо непосредственно путем наблюдения появления и исчезновения видов (оборот) и соответствующего равновесия, либо косвенным образом, путем проверки некоторых феноменов, предсказанных теорией, таких, как связь "число видов – площадь", "число видов – изолированность", видовая неполночленность изолированных сообществ. Исследованиями были охвачены разные группы организмов, причем произрастающие не только на островах в обычном смысле слова, но и на островных местообитаниях, в том числе в верхнегорных и высокогорных растительных сообществах, на лесных полянах, фрагментированных остатках лугов, степей и лесов.

Считается, что наиболее важные аргументы в пользу правомерности данной теории можно было бы получить на основе прямых наблюдений за оборотом видов на островах. Однако такой подход в реальности использовался нечасто и преимущественно в форме периодических учетов, точность, а также достаточность длительности и частоты которых, как правило, определить весьма сложно. Поэтому одни авторы доказательства, полученные таким способом, считают приемлемыми [3, 4], другие ставят под сомнение [5-7].

Наиболее часто используемым способом проверки теории равновесия является определение характера корреляции между числом видов и площадью изолятов. В подавляющем большинстве случаев она была выявлена. Но, наличие данной связи, даже если видовое богатство оценивается не на островах в целом, а в пределах участков фиксированной площади определенных местообитаний, нельзя рассматривать в качестве безусловного аргумента в поддержку теории равновесия, поскольку ее можно объяснить и иными способами, например, на основе гипотез разнообразия местообитаний или случайного распределения видов [6-9].

Наиболее убедительные доказательства влияния изоляции на островные биоты были получены Л.И. Малышевым [10] в результате анализа видового богатства флор высших

Акатов Валерий Владимирович, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и защиты окружающей среды, E-mail: akatovmgti@mail.ru

сосудистых растений почти 200 островов, их групп и архипелагов, расположенных в различных частях света. Однако, аналогично эффекту площади, выявление эффекта расстояния недостаточно для подтверждения теории динамического равновесия [6, 11]. Удаленные острова могут характеризоваться меньшим видовым богатством просто потому, что они не имели достаточно времени для полной колонизации. При этом, в значительном числе случаев такая зависимость и не была обнаружена [9, 12-14]

Другой способ выявления эффекта удаленности основан на сравнении графиков зависимости «число видов – площадь» для групп островов (архипелагов) и произвольно выбранных участков материка. Эту зависимость выражают степенной функцией: $S=CA^Z$ ($logS = logC + ZlogA$), где S – число видов, A – площадь, C и Z – параметры, значения которых характеризуют каждый конкретный набор данных. Предполагается, что для материковых участков характерен диапазон значения Z примерно от 0.12 до 0.17, а для изолятов – от 0.18 до 0.35 [15], причем значения Z должны возрастать на градиенте удаленности архипелагов от крупных массивов суши [16]. Результаты многочисленных исследований позволяют сделать вывод, что значения Z для островов и изолированных местообитаний действительно в среднем выше, чем для участков материка [10, 17], что согласуется с теорией равновесия. Но, предсказание линейной зависимости Z от степени изолированности архипелагов не подтверждается [18].

Условия среды, наряду с площадью сообществ определяющие скорость выпадения видов, способны в значительной степени маскировать островной эффект, когда последний тестируется путем определения корреляции между числом видов, площадью и удаленностью изолятов от источников колонизации [9]. Влияние этого фактора можно снизить, если анализировать не видовое богатство изолированных сообществ, а соотношение N/S, где N – число видов на крупных участках сообществ и S – среднее число видов на заложенных в их пределах небольших по размеру площадках [19, 20]. Предполагается, что по мере уменьшения площади и роста степени изолированности ценозов следует ожидать снижения значений этого соотношения в результате снижения N и относительной стабильности S. Предлагаемый тест был опробован на примере ряда высокогорных фитоценозов и сообществ полян Западного Кавказа [19-22]. Результаты показали, что значения N/S для изолированных фитоценозов действительно в среднем ниже, чем не изолированных, что согласуется с теорией МакАртура и Уилсона. Однако, опыт использования данного теста остается ограниченным. Кроме того, из-за слабой изученности эффекта компенсации в растительных сообществах, лежащего в основе данного теста, остается не ясной возможность его применения в различных ценозах.

Таким образом, не столько результаты тестирования, сколько недостаточная строгость используемых тестов послужили поводом для ряда биологов 20-30 лет назад сделать вывод, что фактическое обоснование теории равновесия выглядит неопределенным [6-8, 11]. Последующие исследования не изменили ситуацию. К настоящему времени так и не получены убедительные доказательства ее безусловной правомерности, но и нет убедительных противоположных аргументов. При этом следует отметить, что, несмотря на данное обстоятельство, интерес к этой теории не снижается на протяжении десятков лет.

ПРИРОДООХРАННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

В развитых странах, а также в районах древнего земледелия (Европа, часть Северной Америки, Юго-Восточная Азия, Индостан), к настоящему времени малоизмененные растительные сообщества сохранились лишь на 1-10% территории, причем преимущественно в виде небольших изолированных фрагментов [23]. Сокращение площади сообществ и сопутствующая этому утрата части местообитаний, ведут к региональному или полному вымиранию некоторого числа видов, а их фрагментация – к снижению численности локальных популяций и интенсивности обмена видами между остатками сообществ, ставших изолятами [3, 4]. Соответственно, если теория островной биогеографии является

правомерной, то недавно образованные фрагменты сообществ должны быть сверхнасыщены видами (supersaturated), то есть включать большее их число, чем равновесное, соответствующее площади и степени изолированности участков. В дальнейшем они должны двигаться к новому равновесию за счет более высокой скорости вымирания видов по сравнению со скоростью их иммиграции. Этот процесс получил название «видовая релаксация» (species relaxation) [3]. Таким образом, можно ожидать, что фрагментация сообществ станет причиной новой волны вымирания видов в более или менее отдаленной перспективе.

Данное предсказание вызвало обсуждение прикладных вопросов теории равновесия, в том числе: 1) о скорости вымирания видов и времени, необходимом, чтобы за счет этого процесса сообщества достигли нового равновесия (relaxation time); в том числе о последствиях современной фрагментации сообществ; 2) о минимальной площади резерватов, обеспечивающей в условиях изоляции сохранение их видового богатства в течение определенного достаточно длительного периода времени; 3) об условиях, необходимых для естественной реколонизации видов на участки в случае их локального вымирания, в том числе о минимально необходимом для этого расстоянии между резерватами.

Скорость релаксации и последствия антропогенной фрагментации. Исследования по этому направлению охватили практически все регионы мира и значительное число типов биологических сообществ, в том числе растительных, фрагментированных человеком преимущественно 30-200 лет назад. Однако в большинстве случаев они не дали убедительных доказательств существенного влияния островного эффекта на их видовое богатство [24-28 и многие др.]. При этом, данное обстоятельство не только не поставило под сомнение правомерность теории равновесия, но и привело к формированию на ее основе новой природоохранной концепции, получившей весьма широкую поддержку. В переводе она может звучать как «концепция отложенного вымирания» или «долга вымирания» (extinction debt: [29, 30]. Ее основные положения сводятся к следующему: 1. Поскольку в большинстве районов Земли антропогенная фрагментация природных ландшафтов произошла относительно недавно, остатки многих сообществ включают избыточное число видов, часть из которых будет утеряна в процессе движения к новому равновесию, причем без каких-либо внешних воздействий. 2. Число таких видов больше в более крупных и менее изолированных фрагментах сообществ. 3. Такие сообщества и группы видов должны стать объектом особого внимания со стороны экологов. Имеется некоторый (возможно значительный) период времени, который необходимо использовать для организации эффективной системы их сохранения.

Площадь резерватов. В соответствии с теорией равновесия, влияние изоляции на видовое богатство сообществ может быть практически сведено к нулю, по крайней мере, в течение обозримого будущего, если размер резервата будет более некоторой пороговой величины. Одним из способов его определения является сопоставление числа видов на островах или островных местообитаниях и на таких же по площади и сходных по условиям участках «материка». Так, по данным Л.И. Малышева [10], многие крупные острова, площадь которых превышает 8000 км^2, по уровню флористического богатства имеют «материковую» флору независимо от степени их изоляции. По его расчетам, для сохранения видового богатства сосудистых растений в резерватах их площадь должна быть значительной: в Арктике – не менее 100 км^2, в умеренной и теплой зонах несколько сотен или тысяч квадратных километров. С ними согласуются результаты наших исследований, выполненных на примере субальпийских лугов обособленных и необособленных лесом высокогорных массивов Западного Кавказа. Они показали, что для долговременного сохранения видового богатства фитоценозов такого типа необходимы резерваты площадью не менее 100 км^2 [19, 21].

О том, что для предотвращения или замедления видовой релаксации требуются значительные по площади резерваты, свидетельствуют также результаты изучения изолятов существенно меньшего размера. Так, Т.Г. Ескина [22] выяснила, что луговые фитоценозы

полян среднегорных и верхнегорных лесов Западного Кавказа площадью до 20 га обеднены по сравнению с близкими по структуре и составу субальпийскими лугами этого района примерно на 25-40%. Обесо и Аедо на основе анализа видового богатства открытых группировок растений небольших изолированных пляжей Атлантического побережья Испании (площадь: 0.05-71.1 га) делают вывод, что на всех из них происходит вымирание видов, и ни один из них не пригоден для организации резерватов [31]. Кроме того, результаты исследований на Западном Кавказе показали, что многовидовые растительные сообщества преимущественно менее устойчивы к нарушению миграционных процессов, чем маловидовые, и поэтому для их сохранения требуются более крупные резерваты и более строгие меры охраны [19, 22, 32]. С этим выводом согласуются данные о большей чувствительности к изоляции сообществ тропической зоны по сравнению с сообществами умеренной и, особенно, холодной зон [10, 33].

Эффекты архипелага и матрицы. Считается, что резерваты, составляющие заповедную сеть, не должны быть слишком удалены друг от друга, иначе эффект «архипелага» будет утрачен [10, 34]. По данным Л.И. Малышева [10], для флоры высших сосудистых растений режим изоляции будет возникать при удалении охраняемых участков на 100-200 км от крупных массивов природного растительного покрова. Однако, как свидетельствуют результаты других исследований, миграционные возможности растений более ограничены. В частности, о низкой интенсивности обмена видами между островными флорами может свидетельствовать частое отсутствие отрицательной корреляции между их видовым богатством и степенью изолированности [9, 12, 19, 21, 22, 35 и др.] (Billing, 1977; Simpson, 1974; White, Miller, 1988; Tangney et al., 1990; и др.). Так, Уайт и Миллер выявили слабую положительную связь между видовым богатством елово-пихтовых лесов и дистанцией между хребтами Южных Аппалачей, которая варьировала от 3.3 до 23.9 км [35]. Наши данные по фитоценозам небольших обособленных высокогорных массивов Западного Кавказа, удаленных от более крупных массивов на 0.68–12 км, также свидетельствуют в пользу этой точки зрения [19, 21].

В последние годы значительное распространение получила точка зрения, что видовое богатство изолятов зависит не столько от площади и расстояния между ними, сколько от наличия миграционных коридоров и особенностей окружающих их ландшафтов (агрокультурных, урбо- или технических) – «эффект матрицы» [36, 37 и др.]. Не исключено, что такая смена акцентов в определенной степени является вынужденной – в большинстве развитых стран мира все труднее выделить крупные массивы природных сообществ (или их «архипелаги»), перспективные для организации полноценных резерватов. В качестве ответа на этот вызов предлагается «экстенсивный» подход к сохранению разнообразия видов. Он предполагает активное управление ландшафтами на значительных площадях (то есть матрицами) с целью создания благоприятных условий для поддержания целостности включенных в них фрагментов природных сообществ [30, 36-39]. Данная тенденция воспринимается, как отход от бинарного взгляда на систему «ценоз – изолирующая среда», сформированного под влиянием островной экологии [40], а соответственно, как снижение значимости теории равновесия для природоохранной практики. Следует отметить, однако, что, несмотря на значительную популярность этой идеи, конкретные знания о роли матриц и миграционных коридоров в сохранении целостности изолятов, в том числе фрагментированных растительных сообществ, остаются весьма ограниченными [40, 41].

При подготовке сообщения использованы результаты исследований, выполненных при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 97-04-48360, 00-04-48802), ГЭФ (проект В.2.5.42) и Министерства образования РФ (проект 015.07.01.60).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Brown, J.H., Lomolino M.V.* On the nature of scientific revolutions: independent discovery of the equilibrium theory of island biogeography // Ecology. 1989. V. 70. P. 1954–1957.

2. *MacArthur R.H., Wilson E.O.* An equilibrium theory of insular zoogeography // Evolution. 1963. V. 17. № 4. P. 373–387.

3. *Diamond J.M.* The island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for the design of nature reserves // Biol. Conserv. 1975. V. 7. P. 129–146.

4. *Уилкокс Б.А.* Островная экология и охрана природы // Биология охраны природы. М.: Мир, 1983. С. 117–42.

5. *Gilbert F.S.* The equilibrium theory of island biogeography: fact or fiction? // J.Biogeog. 1980. V. 7. P. 209–235.

6. *Симберлофф Д.С.* Теория островной биогеографии и организация охраняемых территорий // Экология. 1982. № 4. С. 3–13.

7. *Симберлофф Д.С.* Биогеографические модели распространения видов и организация сообществ // Биосфера: эволюция, пространство, время. Биогеографические очерки: пер. с англ. М.: Прогресс, 1988. С. 60–81.

8. *Williamson M.* The MacArthur and Wilson theory today: tru but trivial // J. Biogeogr. 1989. V. 16. P. 3–4.

9. *Kelly B.J., Wilson J.B., Mark A.F.* Causes of species-area relation: a study of islands in lake Manapouri, New Zealand // J. Ecol. 1989. V. 77. P. 1021–1028.

10. *Малышев Л.И.* Изолированные охраняемые территории как ложноостровные биоты // Журн. общ. биол. 1980. Т. 41. № 3. С. 338–349.

11. *Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К.* Экология. Особи, популяции и сообщества. В 2-х т. Т.2. М.: Мир, 1989. 477 с.

12. *Simpson B.B.* Pleistocene changes in flora of the high tropical Andes // Paleobiology. 1974. V. 1. P. 273–294.

13. *Wilcox B.A.* Supersaturated island faunas: a species-area relationship for lizards on po st-Pleistocene islands// Science. 1982. V. 199. P. 996–998.

14. *Magnuson J.J., Tonn W.M., Banerjee A., Toivonen J., Sanchez O., Rask M.* Isolation vs. extinction in the assembly of fishes in small northern lakes // Ecology. 1998. V. 79. № 8. P. 2941–2956.

15. *Preston F.W.* The canonical distribution of commonness and rarity // Ecology. 1962. V. 13. P. 185–215, 410–432.

16. *Connor E.F., McCoy E.D.* The statistics and biology of the species-area relationship // Amer. Natur. 1979. V. 113. P. 791–833.

17. *Duarte M.C., Rego F., Romeiras M.M., Ilidio M.* Plant species richness in the Cape Verde Islands – eco-geographical determinants // Biodivers. Conserv. 2008. V. 17. P. 453–466.

18. *Shoener T.W.* Rate of species turnover decreases from lower to higher organisms: a review of the data // Oikos. 1983. V. 41. № 3. P. 372–377.

19. *Акатов В.В.* Островной эффект как фактор формирования высокогорных фитоценозов Западного Кавказа. Майкоп: изд-во МГТИ, 1999. 114 с.

20. *Akatov V.V., Chefranov S.G., Akatova T.V.* The relationship between local species richness and species pool: a case study from the high mountain of the Greater Caucasus // Plant ecology. 2005. V. 181. P. 9–22.

21. *Акатов В.В., Акатова Т.В.* Видовая неполночленность субальпийских фитоценозов изолированных высокогорных массивов Западного Кавказа // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. биол. 1999. Т. 104. Вып. 3. С. 32–37.

22. *Ескина Т.Г.* Площадь и степень изоляции как факторы варьирования видовой полночленности фитоценозов лесных полян Северо-Западного Кавказа // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Серия Ест. науки. 2002. № 4. С. 87–89.

23. *Лосев К.С.* Преобразование естественных ландшафтов // Современные глобальные изменения природной среды. В 2-х томах. Т. 2. М.: Научный мир, 2006. С. 203–212.

24. *Simberloff D., Gotelli N.* Effects of insularisation on plant species richness in the prairie-forest ecotone. // Biol. Conserv. 1984. V. 29. P. 27–46.

25. *Dzwonko Z., Loster S.* Species richness of small woodlands on the Western Carpathian foothills // Vegetatio. 1988. V. 76. P. 15–27.

26. *Krauss J., Klein A.M., Dewenter I.S., Tscharntke T.* Effects of habitat area, isolation, and landscape diversity on plant species richness of calcareous grasslands // Biodiversity and Conservation. 2004. V. 13. P. 1427–1439.

27. *Helm A., Hanski I., Pärtel M.* Slow response of plant species richness to habitat loss and fragmentation // Ecol. Lett. 2006. V. 9. P. 72–77.

28. *Загурная Ю.С.* Влияние изоляции на состав и видовое богатство фитоценозов дубовых лесов предгорной части Северо-Западного Кавказа // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. биол. 2008. Т. 113. Вып. 3. С. 37–42.

29. *Tilman D, May R.M., Lehman C.L., Nowak M.A.* Habitat destruction and the extinction debt // Nature. 1994. V. 371. P. 65–66.

30. *Kuussaari M, Bommarco R, Heikkinen R.K, Helm A, Krauss J, Lindborg R, et al.* Extinction debt: a challenge for biodiversity conservation // Trends Ecol. Evol. 2009. V. 24. P. 564–571.

31. *Obeso J.R., Aedo C.* Plant-species richness and extinction on isolated dunes along the rocky coast of northwestern Spain // J. of Veg. Sc. 1992. V. 3. №. 1. P. 129–132.

32. *Акатов В.В.* Видовое разнообразие фитоценозов и организация природных резерватов // Ботан. журн. 1998. Т. 83. № 3. С. 121–131.

33. *Chown S.L., Gremmen N.J.M., Gaston, K.J.* Ecological biogeography of Southern Ocean Islands species-area relationships, human impacts, and conservation // Amer. Natur. 1998. V. 152. P. 562–575.

34. *Пузаченко Ю.Г., Дроздова Н.Н.* Площадь охраняемых территорий // Итоги и перспективы заповедного дела в СССР. М.: Наука, 1986. С. 72–109.

35. *White P. S., Miller R. J.* Topographic models of vascular plant richness in the Southern Appalachian high peaks // J. of Ecology. 1988. V. 76. P. 192–199.

36. *Metzger J.P.* Relationships between landscape structure and tree species diversity in tropical forests of South-East Brazil // Landscape and Urban Planning. 1997. V. 37. P. 29–35.

37. *Lomolino M.V., Perault D.R.* Island biogeography and landscape ecology of mammals inhabiting fragmented, temperate rainforests // Global Ecology and Biogeography. 2001. V. 10. № 2. P. 113–132.

38. *Whittaker R.J., Araújo M.B., Jepson P., Ladle R.J., Watson J.E.M., Willis K.J.* Conservation Biogeography: assessment and prospect // Diversity Distrib. 2005. V. 11. P. 3–23.

39. *Wiens J.A.* Landscape ecology as a foundation for sustainable conservation // Landscape Ecol. 2009. V. 24. P. 1053–1065.

40. *Kennedy C.M., Marra P.P., Fagan W.F., Neel M.C.* Landscape matrix and species traits mediate responses of Neotropical resident birds to forest fragmentation in Jamaica // Ecological Monographs. 2010. V. 80. № 4. P. 651–669.

41. *Shaffer C.L.* Inter-reserve distance // Biol. Conserv. 2001. V. 100. P. 215–227.

THE EQUILIBRIUM THEORY OF INSULAR BIOGEOGRAPHY: TESTING PROBLEMS AND POSSIBILITY OF THE USE FOR CONSERVATION OF PLANT COMMUNITIES

© 2012 V.V. Akatov

Maikop State Technological University

The published data on testing problems of the theory of insular biogeography, consequences of anthropogenic fragmentation of natural landscapes for plant communities and conditions of the long-term conservation of insulated communities are discussed.

Key words: *islands, habitat islands, species richness, plant communities, species relaxation*

Akatov Valeriy Vladimirovich, Doctor of Biological Sciences, Professor of Department of Ecology and Environmental Protection, E-mail: akatovmgti@mail.ru

УДК 581.55

ВИДОВОЙ ФОНД, ВИДОВОЕ БОГАТСТВО И ИНВАЗИБЕЛЬНОСТЬ ПРИРОДНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

© 2012 В.В. Акатов[1], Т.В. Акатова[2]

[1] Майкопский государственный технологический университет, г. Майкоп
[2] Кавказский государственный природный биосферный заповедник, г. Майкоп

Показано, что варьирование числа адвентивных видов на небольших участках растительных сообществ зависит от соотношения между их локальным богатством и размером видового фонда. Это соотношение было использовано для прогноза инвазибельности природных растительных сообществ Западного Кавказа.

Ключевые слова: *растительные сообщества, видовое богатство, видовой фонд, инвазибельность, Западный Кавказ.*

Несмотря на значительный уровень адвентивизации флор многих регионов мира, чужеродные (= адвентивные, иноземные) виды растений произрастают в основном в часто нарушаемых (преимущественно антропогенных) растительных сообществах [1-4]. Их внедрение в природные фитоценозы хотя и имеет место, но случается относительно редко [2, 3, 5, 6, 7]. Это может быть связано с одной стороны с экологией таких видов (большинство из них на своей родине являются пионерными [2, 3]), а с другой, с особенностями антропогенных сообществ, обычно характеризующихся низкой интенсивностью биотических взаимодействий и периодическим появлением неиспользованных пространства и ресурсов [1, 8, 9]. Однако в будущем ситуация может измениться в результате преднамеренного или случайного заноса в регионы новых чужеродных видов, в том числе произрастающих на родине в климаксовых сообществах, а также из-за эволюционной адаптации к новым типам местообитаний старых видов [1, 10, 11]. Данное обстоятельство делает актуальным выявление индикаторов, позволяющих определять типы природных или мало нарушенных сообществ, не затронутых в настоящее время инвазивным процессом, но потенциально уязвимых к данному воздействию в случае расширения эколого-ценотического спектра иноземных видов в регионах.

Наиболее часто в этом отношении рассматривается видовое богатство сообществ. В соответствии с гипотезой Элтона, сформулированной более 50-ти лет назад, чем выше значения этого показателя, тем выше степень использования ресурсов (видовая полночленность, по: [12]) и тем ниже должна быть вероятность внедрения в них адвентивных видов [13]. Следует отметить, однако, что результаты последующих исследований чаще не подтверждали, чем подтверждали это предположение. Из них следует, что сила и характер (знак) связи между числом адвентивных видов и видовым богатством сообществ в значительной мере зависят от типа сообщества [14-17], пространственного масштаба [3, 4, 10, 14, 15, 18-22] и масштаба варьирования самого видового богатства [15]. В целом же условия среды, благоприятные для аборигенных растений, чаще оказывались благоприятными и для иноземных [4, 7, 9, 10, 16, 19, 22-24].

По мнению Моора с коллегами, неполное использование ресурсов может наблюдаться в сообществах как с низким, так и с высоким видовым богатством [25]. Поэтому уровень видовой полночленности сообществ должен лучше, чем видовое богатство, предсказывать их инвазибельность [12]. Проблема в том, что с уверенностью говорить о неполночленности ценозов можно лишь на основе уже свершившихся инвазий.

В ряде работ было рассмотрено соотношение между насыщенностью растительных

Акатов Валерий Владимирович, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и защиты окружающей среды, E-mail: akatovmgti@mail.ru; *Акатова Татьяна Владиславовна*, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, E-mail: hookeria@mail.ru

сообществ адвентивными видами и характером распределения обилия видов (оценивалось через показатель выравненности), в том числе, как вариант, относительным обилием доминанта [27-31]. Предполагается, что более равномерное распределение обилия видов должно способствовать более полному использованию ресурсов и, соответственно, более высокой устойчивости сообществ к внедрению чужеродных растений. Однако результаты исследований оказались неопределенными, поскольку в одних случаях связь между этими параметрами была положительной, а в других отрицательной или отсутствовала.

В последние годы в качестве фактора инвазибельности все чаще упоминается видовой фонд сообществ [7, 24-26, 32-34], размер которого может зависеть как от локальных условий среды, так и региональных процессов (скорости видообразования, истории сообществ, степени их изоляции и др.) [9, 35-42]. Показано, что чем выше значения данной характеристики, тем ниже насыщенность сообществ адвентивными видами [32-34].

Наконец, инвазибельность мало нарушенных растительных сообществ может определяться соотношением конкурентоспособности адвентивных и аборигенных видов, которое может быть различным в разных типах фитоценозов [10]. Так, с одной стороны, во многих работах обращается внимание на очевидные конкурентные преимущества первых перед вторыми [43-46], но с другой – подчеркивается, что преимущество адвентивных видов редко имеет универсальный характер, и результат конкуренции между ними и аборигенными растениями в значительной мере зависит от конкретных обстоятельств [10, 47].

Если предположить, что видовое богатство на небольших участках ценозов является результатом стохастических процессов иммиграции и вымирания видов, а также, что аборигенные и адвентивные виды экологически равноценны (то есть, если не принимать во внимание различие в их конкурентоспособности, которое, в любом случае, трудно поддается прогнозу), то соотношение между числом видов этих групп на небольших участках сообществ и в их видовых фондах должно быть одинаковым [20]. Тогда число адвентивных видов на участках может быть определено по формуле:

$$S_a = N_a(S/N),$$

где S_a − число адвентивных видов на участке сообщества, S – общее число видов на участке, N – число видов в видовом фонде сообщества, N_a − число адвентивных видов в видовом фонде.

Несмотря на простоту, данное уравнение включает все из обычно рассматриваемых количественно измеряемых факторов, способных более или менее определенно влиять на число чужеродных видов растений на участках сообществ. Так, оно показывает, что при равном числе адвентивных видов в видовых фондах сообществ, число таких видов на их участках должно быть положительно связано с видовым богатством этих участков (S) и отрицательно – с размером их видовых фондов (N), что согласуется с предположениями, описанными выше. Фактически, соотношение S/N определяет среднюю вероятность любого вида, в том числе адвентивного, из видового фонда размером N присутствовать на участке сообщества с видовой емкостью, соответствующей S.

Ранее мы оценили влияние параметров N_a и S/N на современную насыщенность адвентивными видами ряда травяных сообществ Западного Кавказа (открытых растительных сообществ низкогорных и среднегорных прирусловых отмелей, сообществ среднегорных полян и низкогорных остепненных лугов, полей однолетних культур и залежей) [24]. В качестве локального богатства сообществ рассматривали число видов растений на маленьких площадках (0.5 м^2), а индикаторов размера их видовых фондов (в целом и только адвентивных растений) – на 15 м^2 (примерно соответствует актуальному фонду – группе видов, присутствующих в пределах однородного участка растительности и поставляющих диаспоры на любой его участок меньшего размера, по: [49]). Выбор относительно небольшого размера площадок для оценки N и N_a был связан с пространственной неоднородностью сообществ прирусловых отмелей, а также с фрагментарным характером и

малым размером сохранившихся в районе исследования участков остепненных лугов (вдоль крутых берегов рек, между полями сельскохозяйственных культур, лесополосами и т.д.). Результаты показали, что N_a и *S/N* оказывают существенное совокупное влияние на S_a и могут объяснить около 60 % варьирования значений этого параметра, при этом вклад *S/N* составляет около 30 %, что выше, чем вклад *S* и *N* по отдельности [24].

Поскольку соотношение *S/N* теоретически может быть использовано для оценки потенциала инвазибельности ценозов, представляет интерес рассмотреть причины его возможного варьирования в растительных сообществах. Наиболее часто это соотношение анализируется при тестировании гипотезы видового фонда (ГВФ), которая утверждает, что видовое богатство ценозов в значительной степени определяется размером их видового фонда, слабо зависит от условий среды и биотических взаимодействий и редко достигает верхнего предела (полночленности) [35-38].

Правомерность ГВФ предполагает прямо пропорциональное соотношение между значениями *S* и *N* [35-37], а значит и примерно равный вклад рассматриваемого фактора (*S/N*) в устойчивость сообществ к инвазиям чужеродных видов. Если же сообщества способны достигать верхнего предела видового богатства, то, по мнению авторов ГВФ, следует ожидать криволинейную зависимость между *S* и *N*, когда с увеличением размера видового фонда локальное богатство сначала растет, а затем достигает предела и стабилизируется [35-37, 48]. В соответствии с последним сценарием, соотношение *S/N* на градиенте роста *N* сначала остается стабильным, а затем снижается после достижения предельных значений *S*, то есть локальной полночленности сообществ. Таким образом, инвазибельность всех неполночленных сообществ должна быть, в соответствии с ГВФ, примерно одинаковой, но у полночленных сообществ она может варьировать в зависимости от размера видового фонда (*N*).

Следует отметить, что линейное соотношение между *S* и *N* может быть интерпретировано разным способом. Первая возможная интерпретация соответствует ГВФ [35-37]. В соответствии с другим подходом, это может быть связано с зависимостью как видового богатства на небольших участках, так и видового фонда сообществ, от третьей переменной – условий среды [9, 39-42]. Второй подход предполагает, что понятия «уровень полночленности или неполночленности» теоретически применимы не только к небольшим участкам сообществ, но и к их видовым фондам (актуальному, локальному, региональному, по: [49]) [41, 42, 50]. Если это так, то разный размер видового фонда (*N*) локально полночленных сообществ не обязательно может означать их разную инвазибельность (*S/N*), поскольку сообщества с высокими или низкими значения *N* могут характеризоваться пропорционально высокими или низкими значениями *S*.

Каковы возможные причины варьирования *S/N* у локально полночленных ценозов? Во-первых, равновесие между *S* и *N* может быть нарушено в результате несоответствия темпов изменения этих параметров в ответ на изменения условий среды (например, климата) из-за более высокой чувствительности к таким изменениям *S* по сравнению с *N*. Во-вторых, если относительно малый размер видового фонда сообществ связан не с низкой продуктивностью среды, а с региональными процессами, например, с изоляцией или эволюционной молодостью сообществ. В ряде работ обращается внимание на более высокую чувствительность к этим факторам *N* по сравнению с *S* [33, 42, 48, 51 -53]. В частности, Herben отмечает, что островные сообщества, благодаря изоляции, обычно имеют меньший размер видового фонда, чем материковые, что, однако, не обязательно ведет к аналогичным различиям в локальном видовом богатстве [33]. В качестве вероятной причины относительной устойчивости богатства сообществ на небольших участках (*S*) к снижению размера их видовых фондов (*N*) можно рассматривать эффект видовой релаксации (компенсации плотностью), то есть, когда выпадение из видового фонда одних видов сопровождается ростом встречаемости и обилия других [54-57]. Таким образом, независимо от факторов, определяющих размер видового фонда и видовое богатство ценозов, можно

ожидать как относительной стабильности, так и существенного варьирования значений *S/N* у разных сообществ в разных регионах, а значит разного уровня их инвазибельности.

Мы предприняли попытку рассмотреть данный вопрос на примере ряда природных или мало нарушенных растительных сообществ Западного Кавказа, в том числе: 1) травяных и кустарниковых сообществ альпийского пояса (осоковых лугов, пустошей, ковров, склоновых и ручьевых болот, осыпей, морен и щебнистых склонов, а также сообществ с доминированием *Rhododendron caucasicum* – родоретов); 2) субальпийских лугов изолированных и неизолированных высокогорных массивов (характеристика изолированных массивов представлена в работе: [58]); 3) древесного яруса лесных фитоценозов различных типов. Фактический материал по альпийским и субальпийским сообществам был собран в течение 1989-2011 годов на высокогорных массивах, расположенных в бассейнах рек Белая, Большая и Малая Лаба. В качестве параметра *S* рассматривалось среднее число видов на участках 0.5 м^2 (рассчитано на основе данных по 10-40 площадкам), параметра *N* – число видов на однородном участке растительного покрова площадью 400 м^2 для сообществ субальпийских лугов, 160 м^2 – альпийских лугов и пустошей; 80-160 м^2 – ковров, родоретов, болот и осыпей (то есть, *N* примерно отражает размер актуального видового фонда сообществ). Фактический материал по древесному ярусу лесных фитоценозов собирался в течение 2000-2011 годов практически на всей территории Западного Кавказа. Параметры *S* и *N* оценивались на основе 40-50 описаний, выполненных в лесах определенного типа на участках 300 м^2 в пределах относительно небольшой по площади территории (*S* – среднее число видов на участках 300 м^2, *N* – общее число видов, зарегистрированных в их пределах). *N* в этом случае примерно отражает размер локального видового фонда.

На основе данных о видовом фонде и локальном видовом богатстве описанных сообществ и, используя представленное выше уравнение, мы определили ожидаемое число адвентивных видов на небольших участках в случае, если в их видовые фонды поступит по 5 видов таких растений. При этом мы предположили, что это приведет к увеличению размера фондов на соответствующее число видов, однако практически не окажет влияния на видовое богатство небольших участков. Краткое обоснование данного предположения представлено выше. Добавим лишь, что об этом свидетельствуют также результаты исследований в области инвазийной экологии. Из них следует, что на значительных по площади участках сообществ между числом адвентивных и аборигенных видов обычно наблюдается положительная зависимость, но с уменьшением размера участков она меняется на отрицательную, то есть внедрение адвентивных видов во втором случае сопровождается выпадением аборигенных [7, 25].

Результаты расчетов представлены на рисунке и в таблице. Из рисунка следует, что: 1) между локальным богатством сообществ и потенциалом их инвазибельности во всех случаях наблюдается более или менее выраженная положительная зависимость; 2) изолированные сообщества являются в среднем более инвазибельными, чем неизолированные. Оба вывода согласуются с результатами эмпирических обобщений [1-3, 10, 18 и др.]. Если рассматривать конкретные сообщества, то в альпийском поясе наибольшее число чужеродных видов растений можно будет встретить в более богатых видами луговых и пустошных фитоценозах, среднее – на участках болот; наименьшее – в группировках осыпей и в кустарниковых сообществах с доминированием *Rhododendron caucasicum*. Причем наиболее инвазибельные сообщества альпийского пояса будут включать примерно в 5 раз больше адвентивных видов, чем наименее инвазибельные. В сообществах субальпийских лугов это соотношение составит примерно 1.5.

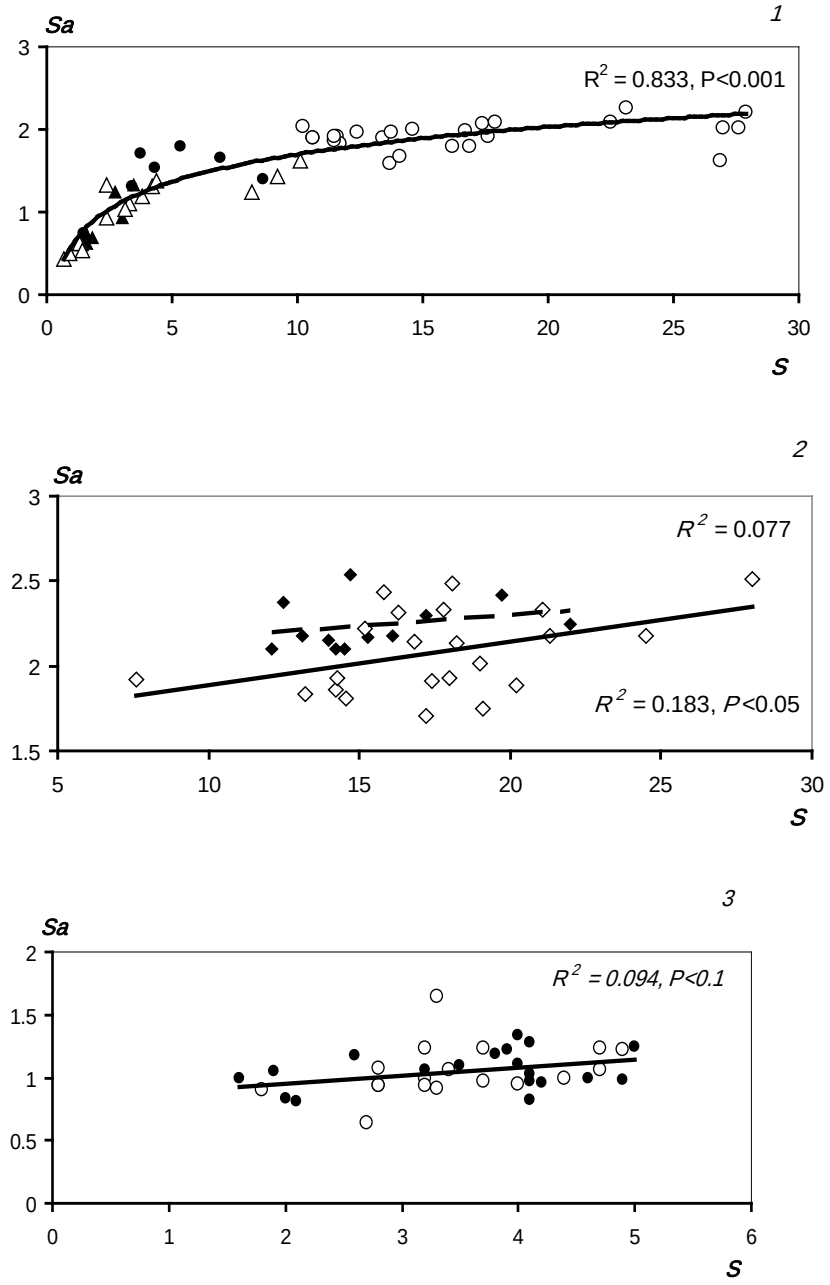


Рис. Соотношение между общим числом видов растений и ожидаемым числом адвентивных видов на участках сообществ 0.5 м^2.

1 – растительные сообщества альпийского пояса (светлые кружки – луга, ковры и пустоши, темные кружки – болота, светлые треугольники – группировки осыпей, морен и щебнистых склонов, темные треугольники – родореты). 2 – субальпийские луга (светлые ромбы – необособленных массивов, темные – обособленных). 3 – древесный ярус лесных фитоценозов (светлые кружки – северный макросклон, темные – южный).

Как видно из таблицы, ожидаемое число адвентивных видов деревьев в рассматриваемых лесных фитоценозах варьирует не сильно – преимущественно от 0.8 до 1.2. При этом к более инвазибельным следует отнести древесный ярус субсредиземноморских лесов Черноморского побережья Кавказа с доминированием *Pinus pallasiana*, *Pinus pityusa, Quercus pubescens*, *Q. petraea* и *Carpinus orientalis*, нижнегорных дубовых лесов северного макросклона с доминированием *Quercus robur* и *Q. petraea*, среднегорных полидоминантных лесов южного макросклона с *Castanea sativa*, а также верхнегорных лесов обоих макросклонов с доминированием *Abies nordmanniana* и *Fagus orientalis.* Можно

предположить, что это связано с историей формирования сообществ. Например, обедненный видовой фонд низкогорных субсредиземноморских и дубовых лесов, а также среднегорных полидоминантных лесов Западного Кавказа может быть результатом климатических колебаний в плейстоцене, а верхнегорных буковых и буково-пихтовых лесов – незавершенности процесса их формирования [59].

Таблица. Видовой фонд, видовое богатство и потенциал инвазибельности древесного яруса лесных фитоценозов Западного Кавказа

Доминирующие (содоминирующие) виды	*h*	*n*	*N*	*S*	S_a
Южный макросклон (к Черному морю)					
Quercus petraea, Carpinus betulus,	60	1	8	2.1	0.8
Pinus pallasiana, *Pinus pityusa, Quercus pubescens*	93	2	15.0	4.6	1.1
Quercus petraea, Carpinus orientalis	112	3	11.3	4.0	1.2
Carpinus betulus, *Fagus orientalis*, *Fraxinus excelsior, Buxus colchica*	273	3	19.3	4.5	0.9
Alnus glutinosa, *A. incana*	464	2	16.5	4.2	1.0
Castanea sativa, *Carpinus betulus*, *Fagus orientalis*, *Quercus petraea*	778	3	11.0	3.8	1.2
Fagus orientalis	1207	1	7	2.0	0.8
Abies nordmanniana, *Fagus orientalis*	1392	2	8.0	2.9	1.1
Abies nordmanniana, *Fagus orientalis*	1674	1	4	1.9	1.1
Fagus orientalis	1768	1	3	1.6	1.1
Северный макросклон					
Quercus robur	246	2	12.0	4.2	1.2
Quercus petraea	307	1	15	4.1	1.2
Alnus incana	388	1	17	4.4	1.0
Carpinus betulus	485	1	14	3.7	1.0
Fagus orientalis	481	3	12.3	2.9	0.9
Quercus petraea	583	2	14.5	4.0	1.0
Abies nordmanniana, *Fagus orientalis*	1113	4	11.8	3.2	1.0
Abies nordmanniana, *Fagus orientalis*, *Picea orientalis*	1187	2	9.5	3.3	1.1
Abies nordmanniana, *Fagus orientalis*	1764	1	5	3.3	1.7
Betula litwinowii	2017	1	5	1.8	0.9

Обозначения: *h* – средняя высота над ур. м. (м); *n* – число участков; *N* – общее число видов деревьев, зарегистрированных на 40-50 площадках 300 м^2 в пределах участка или близко расположенных участков леса определенного типа; *S* – среднее число видов на площадках; S_a – ожидаемое среднее число адвентивных видов деревьев на участках 300 м^2 (отражает потенциал инвазибельности сообществ).

Итак, в значительном числе публикаций было показано, что число чужеродных видов на участках растительных сообществ положительно коррелирует с их видовым богатством и отрицательно – с размером видового фонда. Поэтому представлялось логичным рассмотреть в качестве возможного индикатора инвазибельности фитоценозов соотношение между этими параметрами. В данной работе мы предприняли попытку оценить на этой основе уязвимость к внедрению чужеродных видов природных и малонарушенных растительных сообществ Западного Кавказа. Расчеты показали, что в случае расширения в регионе эколого-ценотического спектра таких видов, чаще их можно будет встретить во многовидовых, изолированных, эволюционно молодых или в нарушенных в историческом прошлом ценозах. Таким образом, полученные результаты в целом хорошо согласуются с представлениями о современной структуре адвентивизации растительного покрова. Однако все же они основываются на ограниченном по объему и географии фактическом материале. Представляет интерес продолжение исследований в данном направлении.

При подготовке сообщения использованы результаты исследований, выполненных при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 97-04-48360, 00-04-48802; 07-04-00449).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г.* Адвентивизация растительности в призме идей современной экологии // Журн. общ. биологии. 2002. Т. 63. № 6. С. 500–508.

2. *Réjmánek M.* Invasibility of plant communities // Biological invasions: a global perspective. Published by J. Wiley and Sons. Ltd. 1989. P. 369–388.

3. *Réjmánek M., Richardson D.M., Pysek P.* Plant invasions and invisibility of plant communities // Vegetation ecology. Eds. van der Maarel. Oxford: Blackwell. 2005. P. 332–355.

4. *Pyšek P., Chytrý M., Jarošík V.* Habitats and Land Use as Determinants of Plant Invasions in the Temperate Zone of Europe. Chapter 6. // Bioinvasions and Globalization. Ecology, Economics, Management, and Policy. Eds. C. Perrings, H. Mooney, M. Williamson. Oxford University Press. 2010. P. 66–79.

5. *Meekins J.F., McCarthy B.C.* Effect of environmental variation on the invasive success of a nonindigenous forest herb // Ecological Applications. 2001. V. 11. № 5. P. 1336–1348.

6. *Sax D.F.* Native and naturalized plant diversity are positively correlated in scrub communities of California and Chile // Diversity and Distributions. 2002. V. 8. P. 193-210.

7. *Gilbert B., Lechowicz M.J.* Invasibility and abiotic gradients: the positive correlation between native and exotic plant diversity // Ecology. 2005. V. 86. № 7. P. 1848–1855.

8. *Davis M.A., Grime J.P., Thompson K.* Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invisibility // Journal of Ecology. 2000. V. 88. P. 528–536.

9. *Davis M.A., Thompson K., Grime J.P.* Invasibility: the local mechanism driving community assembly and species diversity // Ecography. 2005. V. 28. № 5. P. 696–704.

10. *Richardson D.M., Pysek P.* Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invisibility // Progress in Physical Geography. 2006. V. 30. № 3. P. 409–431.

11. *Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В.* Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М.: ГЕОС. 2009. 494 с.

12. *Работнов Т.А.* Фитоценология. М.: Изд-во МГУ. 1983. 296 с.

13. *Elton C.S.* The ecology of invasions by animals and plants. Methuen, London. 1958. 181 p.

14. *Stohlgren T.J., Binkley D., Chong G.W., Kalkhan M.A., Schell L.D., Bull K.A., Otsuki Y., Newman G., Bashkin M., Son Y.* Exotic plant species invade hot spots of native plant diversity. Ecological Monographs. 1999. V. 69. P. 25–46.

15. *Stohlgren T.J.* Beyond theories of plant invasions: lessons from natural landscapes // Comments of Theoretical Biology. 2002. V. 7. P. 355–379.

16. *Davies K.F., Harrison S., Safford H.D.* Viers J.H. Productivity alters the scale dependence of the diversity-invasibility relationship // Ecology. 2007. V. 88. № 8. P. 1940–1947.

17. *Vila M., Pino J., Font X.* Regional assessment of plant invasions across different habitat types // Jurnal of Vegetation Science. 2007. V. 18. P. 35–42.

18. *Réjmánek M.* Species richness and resistance to invasions // Diversity and Processes in Tropical Forest Ecosystems. Eds. G.H. Orians, R. Dirzo, J.H. Cushman. Springer-Verlag, Berlin. 1996. P. 153–72.

19. *Brown R.L., Peet R.K.* Diversity and invasibility of Southern Appalachian plant communities // Ecology. 2003. V. 84. № 1. P. 32–39.

20. *Fridley J.D., Brown R.L., Bruno J.E.* Null models of exotic invasion and scale-dependent patterns of native and exotic species richness // Ecology. 2004. V. 85. № 12. P. 3215–3222.

21. *Herben T., Mandak B., Bimova K., Munzbergova Z.* Invasibility and species richness of a community: a neutral model and a survey of published data // Ecology. 2004. V. 85. P. 3223–3233.

22. *Davis M. A.* Researching Invasive Species 50 Years After Elton: A Cautionary Tale. Chapter 20 // Fifty Years of Invasion Ecology: The Legacy of Charles Elton. Eds. D.M. Richardson. Blackwell Publishing Ltd. 2011. P. 269–276.

23. *Sax D.F., Brown J.H.* The paradox of invasion // Global Ecology and Biogeography. 2000. V. 9. P. 363–371.

24. *Акатов В.В., Акатова Т.В., Ескина Т.Г.* Факторы варьирования числа адвентивных видов в травяных сообществах Западного Кавказа // Экология. 2010. № 5. С. 344–351.

25. Moore J.L., Mouquet N., Lawton J.H, Loreau M. Coexistence, saturation and invasion resistance in simulated plant assemblages // Oikos. 2001. V. 94. P. 303–314.

26. *Акатов В.В., Акатова Т.В., Чефранов С.Г., Шадже А.Е.* Уровень полночленности и потенциал инвазибельности растительных сообществ: гипотеза соотношения видовых фондов // Журн. общ. биол. 2009. Т. 70. № 4. С. 328–340.

27. *Lyons K.G., Schwartz M.W.* Rare species loss alters ecosystem function – invasion resistance. Ecol. Lett. 2001. V. 4. P. 358–365.

28. *Foster B.L., Smith V.H., Dickson T.L. et al.* Invasibility and compositional stability in a grassland community: relationships to diversity and extrinsic factors. // Oikos. 2002. V. 99: P. 300–307.

29. *Wilsey B.J., Polley H.W.* Reductions in grassland species evenness increases dicot seedling invasion and spittle bug infestation. // Ecol. Lett. 2002. V. 5. P. 676–684.

30. *Smith M.D., Wilcox J.C., Kelly T., Knapp A.K.* Dominance not richness determines invasibility of tallgrass prairie // Oikos. 2004. V. 106. P. 253–262.

31. *Mattingly W.B., Hewlate R., Reynolds H.L.* Species evenness and invasion resistance of experimental grassland communities // Oikos. 2007. V. 116. P. 1164–1170.

32. *Smith M.D., Knapp A.K.* Size of the local species pool determines invasibility of a C4-dominated grassland. // Oikos. 2001. V. 92. P. 55–61.

33. *Herben T.* Species pool size and invasibility of island communities: a null model of sampling effects // Ecology Letters. 2005. V. 8. P. 909–917.

34. *Daehler C.C.* Invisibility of tropical islands by introduced plants: partitioning the influence of isolation and propagule pressure // Preslia. 2006. V. 78. P. 389–404.

35. *Ricklefs R.E.* Community diversity: relative roles of local and regional processes. Science. 1987. V. 235. P. 167–171.

36. *Cornell H.V., Lawton J.H.* Species interactions, local and regional processes, and limits to the richness of ecological communities: a theoretical perspective. Journal of Animal Ecology. 1992. V. 61. P. 1–12.

37. *Cornell H.V.* Unsaturated patterns in species assemblage: the role of regional processes in setting local species richness. Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives. Eds. Ricklefs R.E., Schluter D. Chicago University Press, Chicago. 1993. P. 243–253.

38. *Zobel M., van der Maarel E., Dupre C.* Species pool: the concept, its determination and significance for community restoration. Applied Vegetation Science. 1998. V. 1. P. 55–66.

39. *Duncan R.P., Buckley H.L., Urlich S.C., Stewart G.H.* Small-scale species richness in forest canopy gaps: the role of niche limitation versus the size of the species pool. Jurnal of Vegetation Science. 1998. V. 9. P. 455–460.

40. *Herben T.* Correlation between richness per unit area and the species pool cannot be used to demonstrate the species pool effect. Jurnal of Vegetation Science. 2000. V. 11. P. 123–126.

41. *Акатов В.В., Чефранов С.Г., Акатова Т.В.* Гипотеза видового фонда: необходимость смены акцента // Журн. общ. биологии. 2002. Т. 63. № 2. С. 112–121.

42. *Akatov V., Chefranov S., Akatova T.* The relationship between local species richness and species pool: a case study from the high mountains of the Greater Caucasus // Plant Ecology. 2005. V. 181. № 1. P. 9–22.

43. *Виноградова Ю.К.* Экспериментальное изучение растительных инвазий (на примере рода *Bidens*) // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ. М.: Ботанический сад МГУ. 2003. С. 31–33.

44. *Виноградова Ю.К.* Инвазибельность естественных фитоценозов и конкурентные отношения между аборигенными и инвазионными видами // Сб. Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения. Материалы конференции. Пенза. 2008. С. 17–19.

45. *Овчаренко А.А., Золотухин А.И.* О распространении *Acer negundo* L. и *Fraxinus pennsilvanica* Marsh. в пойменных лесах степной зоны Балашовского района (Саратовская

область) // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ. М.: Ботанический сад МГУ. 2003. С. 75–76.

46. *Васильева Н.В., Папченков В.Г.* Механизмы воздействия инвазионной *Bidens frondosa* L. на аборигенные виды череды // Российский Журнал Биологических Инвазий. 2011. № 1. С. 15–22.

47. *Daehler C.C.* Perfomance, comparisons of co-occurring native and alien invasive plants: implications for conservation and restoration // Annual Review of Ecology and Systematica. 2003. V. 34. 183–211.

48. *Terborgh J.W., Faaborg J.* Saturation of bird communities in the West Indies // Amer. Natur. 1980. V. 116. P. 178-195.

49. *Partel M., Zobel M., Zobel K., van der Maarel E.* The species pool and its relation to species richness: evidence from Estonian plant communities // Oikos. 1996. V. 75. P. 111–117.

50. *Акатов В.В., Чефранов С.Г., Акатова Т.В.* Об эволюционной полночленности видовых фондов современных растительных сообществ высокогорной зоны Западного Кавказа // Журн. общ. биол. 2003. Т. 64. № 4. С. 308–317.

51. *He F., Gaston K.J., Connor E.F., Srivastava D.S.* The local-regional relationship: immigration, extinction, and scale. Ecology. 2005. V. 86. P. 360–365.

52. *Ucher M.B., KrugerF.J., Macdonald I.A.W, Loope L.L., Brockie R.E.* The ecology of biological invasions into nature reserves: an introduction // Biological Conservation. 1988. V. 44. P. 1–8.

53. *Shurin J.B., Havel J.E., Leibold M.A., Pinel-Alloul B.* Local and regional zooplankton species richness: a scale-independent test for saturation // Ecology. 2000. V. 81. № 11. P. 3062–3073.

54. *MacArthur R.H., Diamond J.M., Karr J.R.* Density compensation in island faunas // Ecology. 1972. V. 53. P. 330–342.

55. *Soule M.E.* Community processes // Soule M.E. Conservation biology: the Science of Scarcity and Diversity. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates. 1986. P. 304–308.

56. *Чернов Ю.И.* Видовое разнообразие и компенсационные явления в сообществах и биотических системах // Зоол. журн. 2005. Т. 84. № 10. С. 1221–1238.

57. *Gonzalez A., Loreau M.* The causes and consequences of compensatory dynamics in ecological communities // Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 2009. V. 40. P. 393–414.

58. *Акатов В.В., Акатова Т.В.* Видовая неполночленность субальпийских фитоценозов изолированных высокогорных массивов Западного Кавказа // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1999. Т. 104. Вып. 3. С. 32–37.

59. *Акатов В.В., Чефранов С.Г., Акатова Т.В.* Роль исторических процессов в определении современного видового богатства древесного яруса лесов Западного Кавказа // Журн. общ. биологии. 2005. Т. 66. № 6. С. 479–490.

SPECIES POOL, SPECIES RICHNESS AND INVISIBILITY OF NATURAL PLANT COMMUNITIES ON THE WESTERN CAUCASUS

© 2012 V.V. Akatov [1], T.V. Akatova [2]

[1] Maikop State Technological University
[2] Caucasus State Nature Biosphere Reserve

It is shown that variation in saturation with adventive species on small areas of plant communities depends on the species richness-species pool correlation. This correlation was used for estimation of the invisibility potential of the West Caucasian natural plant communities.

Key words: *plant communities, species richness, species pool, invisibility, West Caucasus.*

УДК 581.553

ЦЕНОТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВЫСОКОГОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ХР. КРЫЖИНА (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)

© 2012 Е.А. Басаргин

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск

Проведена классификация растительности высокогорий хр. Крыжина, с использованием метода Браун-Бланке. Выделены новые сообщества (Bergeniacrassifolia-Vacciniummyrtillus, Anemonastrumnarcissiflorum-Dryasoxyodonta) и дана их экологическая и фитоценотическая характеристика.

Ключевые слова: *высокогорная растительность, Восточный Саян, классификация*.

Восточный Саян – обширная горная страна, занимающая центральное положение на юге Сибири. Высокогорья, или гольцы занимают около трети Восточного Саяна, но в некоторых районах, расположенных во внутренних частях гор, на их долю приходится около 65%[1].

Хребет Крыжина – горный массив, расположенный на территории Красноярского края и входящий в систему горных хребтов Восточного Саяна. Водораздел рр. Кизир и Казыр. Протяженность хребта около 200 км, его высота достигает 2922 м. Сложен главным образом метаморфическими сланцами и известняками, прорванными интрузиями гранита.

Цель работы – провести классификацию высокогорной растительности хр. Крыжина с использованием метода Браун-Бланке, дать эколого-флористическую характеристику выделенным синтаксонам.

В основу работы положены 73 геоботанических описаний растительных сообществ высокогорий хр. Крыжина, выполненных по стандартной методике [2], в полевой сезон 2010 г.Размер пробных площадок 100 м^2. Уточнение видовых названий растений проводится в соответствии со сводками: «Определитель лишайников России» [3, 4], «Сосудистые растения России и сопредельных государств» [5].

Классификация растительных сообществ выполнена по методике Браун-Бланке с использованием прикладного пакета TWINSPAN[6]. Обработка геоботанических описаний осуществлялась методом автоматической классификации, с использованием пакета программ JUICE 7.0. Номенклатура синтаксономических единиц выполнена в соответствии с Кодексом фитосоциологической номенклатуры [7].

В результате проведенной классификации, описанные сообщества распределилисьпотрем классам растительности.

Продромус

Класс Mulgedio-Aconitetea Hadac et Klika in Klika et Hadac 1944

Порядок Trollio-Crepidetalia sibiricae Guinochet ex Chytry et al. 1993

Союз Aconito pascoi-Geranion albiflori Zhitlukhina et Onishchenko ex Ermakov et. al. 2000

Ассоциация Veronico sajanensis-Stemmacanthetum carthamoidis Krasnoborov ex Ermakov et. al. 2000

Союз Trollio asiaticae-Crepidion sibiricae Guinochet ex Chytry et al. 1993

Ассоциация Calamagrostio langsdorfii–Salicetum glaucae Zibzeev 2010

Ассоциация Athyrio distentifoliae-Duschekietum fruticosae Ermakov et. al. 2000

Ассоциация Carici altaicae – Allietum schoenoprasi Krasnoborov ex Ermakov et. al. 2000

Ассоциация Doronico altaicae-Sanguisorbetum alpinae Krasnoborov ex Zibzeev 2010

Порядок Schulzio crinitae-Aquilegietalia glandulosae Ermakov et. al. 2000

Союз Schulzio crinitae-Aquilegion glandulosae Ermakov et. al. 2000

Ассоциация Aquilegio glandulosae-Salicetum glaucae Ermakov et. al. 2000

Басаргин Евгений Александрович, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник лаборатории экологиии геоботаники E-mail: basarginea@mail.ru

Ассоциация Aquilegio glandulosae-Anthoxanthetum odorati Krasnoborov ex Ermakov et. al. 2000

Класс Loiseleurio-Vaccinietea Eggler 1952

Порядок Rhododendro-Vaccinietalia Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926

Союз Empetro-Betulion rotundifoliae Zhitlukhina et Onishchenko ex Chytry et al. 1993

Сообщество Bergenia crassifolia-Vaccinium myrtillus

Класс Carici rupestris-Kobresietea bellardii Ohba 1974

Порядок Kobresio-Dryadetalia Ohba 1974

Союз Dryadion oxyodontae Zhitlukhina et Onishchenko ex Chytryetal 1993

СообществоAnemonastrum narcissiflorum-Dryas oxyodonta

Ассоциация *Veronico sajanensis-Stemmacanthetum carthamoidis* Krasnoborov ex Ermakov et. al. 2000.

Диагностические виды:*Veronica sajanensis*, *Omalotheca norvegica*, *Vaccinium myrtillus*.

Ассоциация объединяет луговые сообщества, занимающие нижнюю и среднюю части субальпийского пояса в западной части Восточного Саяна.Сообщества этой ассоциации описаны на выпуклых частях пологих склонов южной,реже юго-западной экспозиций, на высоте 1400-1450 м.Вертикальная структура сообществ одноярусная. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса высокое(95-100 %).Высота травостояв среднем равна 70 см, а некоторые генеративные побеги *Stemmacantha carthamoides*, *Aconitum septentrionale* и *Saussurea latifolia* достигают 110-120 см. В разных сообществах этой ассоциации высокое проективное покрытие могут иметь такие виды как: *Euphorbia pilosa*, *Veratrum lobelianum*, *Stemmacantha carthamoides*, *Geranium albiflorum*, *Bistorta major*. Высоким постоянством отмечены виды: *Aconogonon alpinum*, *Rumex alpestris*и *Pedicularis incarnata*. Редко в сообществах встречаются единичные кустарники *Lonicera altaica*. Мохово-лишайниковый ярус не выражен, однако встречаются такие лишайники как *Cetraria islandica*, *Cladonia arbuscula*, *Cladonia rangiferina*, *Cladonia chlorophaea*. Средняя видовая насыщенность 24 вида на 100 м^2.

Ассоциация *Athyrio distentifoliae-Duschekietum fruticosae* Ermakov et. al. 2000

Диагностические виды:*Duschekia fruticosa*, *Bergenia crassifolia*.

Ассоциация объединяет сообщества с доминированием *Duschekia fruticosa*. Сообщества этой ассоциации описаны нами на крутых склонах южной экспозиции в субальпийском поясе на высоте 1450-1500 м. *Duschekia fruticosa* в кустарниковом ярусе образует густые заросли высотой 2-3 м, и сомкнутостью 65-75 %. Травяно-кустарничковый ярус часто представлен зарослями папоротника *Athyrium distentifolium*. Высоким постоянством отмечены виды: *Vaccinium myrtillus*, *Allium microdictyon*, *Veratrum lobelianum.* Высота травяно-кустарничкового яруса в среднем равна 50 см, проективное покрытие варьирует от 55 до 95 %. Мохово-лишайниковый ярус, как правило, отсутствует, лишь отдельный пятна мхов и лишайников обрамляют некоторые каменистые выходы. В некоторых сообществах выражен древесный ярус, представленный *Pinus sibirica*, высота кедра 12-15 м, сомкнутость крон 0,3. В таких сообществах в сложении травяно-кустарничкового яруса большее участие принимает кустарничек *Vaccinium myrtillus*, кроме того мохово-лишайниковый ярус имеет здесь более выраженный характер, его проективное покрытие может достигать 50 %.Средняя видовая насыщенность составляет 19 видов на 100 м^2.

Ассоциация *Aquilegio glandulosae-Salicetum glaucae* Ermakov et. al. 2000

Диагностические виды: *Betula rotundifolia*, *Abies sibirica*, *Salix glauca*.

Эта ассоциация включает в себя субальпийскую кустарниковую растительность с включениями высокотравных видов. Описанные нами сообщества встречаются на пологих склонах северной и южной экспозиций, на высоте 1400-1450 м. Хорошо развит ярус кустарников, проективное покрытие достигает 90-95 %, его высота варьирует от 1,1 до 1,8 м.

В этом ярусе доминируют криофильнй кустарник *Betula rotundifolia*, препятствующий развитию яруса высокотравных видов. Единично встречаются деревья *Abies sibirica*, высота которых, как правило, не превышает высоту кустарникового яруса. Травяно-кустарничковый ярус развит значительно слабее, его проективное покрытие варьирует в разных сообществах от 20 до 40 %. В этом ярусе доминирует кустарничек *Vaccinium myrtillus*. Хорошо представлен мохово-лишайниковый ярус с проективное покрытие 70-95 %. Наличие некоторых лесных мхов (*Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum*, *Polytrichum commune*) является характерным для сообществ этой ассоциации. Средняя видовая насыщенность составляет 16 видов на 100 м^2.

Ассоциация Aquilegio glandulosae-Anthoxanthetum odorati Krasnoborov ex Ermakovet. al. 2000.

Диагностические виды: *Anthoxanthum alpinum* (dom.), *Deschampsia cespitosa* (dom.), *Cetraria islandica*.

Эти луговые сообщества встречаются выше границы леса на высоте 1750-1800 м, и контактируют с высокогорными тундровыми сообществами класса Loiseleurio-Vaccinitea. Они располагаются в небольших понижениях на склонах южной экспозиции, где в течение зимы формируется относительно толстый снежный покров. Высота травяно-кустарничкового яруса в среднем составляет 20 см. Его проективное покрытие достигает 60-80 %. В первом подъярусе доминируют виды альпийского и субальпийского высокотравья (*Aquilegia glandulosa*, *Rumex alpestris*, *Deschampsia cespitosa*, *Bistorta major*). Проективное покрытие второго подъяруса 40-50 %, в нем доминируют невысокие травы и кустарнички (*Vaccinium myrtillus*, *Anthoxanthum alpinum*, *Schulzia crinita*, *Sibbaldia procumbens, Viola altaica*, *Omalotheca norvegica*, *Gentiana grandiflora*). Мохово-лишайниковый ярус представлен лишь небольшими пятнами *Cetraria islandica*, с покрытием, не превышающим 5 % от площади ценоза. Средняя видовая насыщенность составляет 16 видов на 100 м^2.

Ассоциация *Carici altaicae-Allietum schoenoprasi* Krasnoborov ex Ermakov et. al. 2000.

Диагностические виды: *Allium schoenoprasum*, *Carex altaica*, *Swertia obtusa*.

Ассоциация объединяет луга с доминированием *Allium schoenoprasum* и *Carex altaica.* Сообщества приурочены к нижней части субальпийского пояса (1390–1450 м), где формируются по подтопляемым берегам рек, ручьям, временным водотокам в условиях постоянного избыточного увлажнения. Общее проективное покрытие варьирует от 60 до 100 %. В сообществах, формирующихся по подтопляемым берегам рек, до 40 % могут занимать открытые участкиводы. Вертикальная структура одно-, двухъярусная. Высота травяно-кустарничкового яруса в среднем достигает 45 см, а некоторые генеративные побеги *Veratrum lobelianum* достигают 100 см. Основу травостоя составляют гигрофиты и мезогигрофиты: *Allium schoenoprasum*, *Caltha palustris*, *Carex altaica*, *Myosotis palustris*, *Saxifraga punctata*, *Swertia obtuse*, *Veratrum lobelianum.* Так же с высоким постоянством встречаются: *Callianthemum sajanense*, *Bistorta major*, *Gentiana grandiflora*, *Geranium albiflorum*, *Ranunculus monophyllus*, *Rumex alpestris*, *Trollius asiaticus*, *Valeriana capitata*, *Viola biflora.* Мохово-лишайниковый ярус представлен не во всех сообществах. Мхи занимают от 1 до 40 % общей площади ценоза, обычными являются: *Aulacomnium palustre*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium commune*, *Wanstorfia exannulata*. Средняя видовая насыщенность составляет 36 видов на 100 м^2.

Ассоциация *Calamagrostio langsdorfii-Salicetum glaucae* Zibzeev 2010

Диагностические виды: *Salix glauca*.

Ассоциация объединяет кустарниковые сообщества с доминированием голарктического арктовысокогорного вида *Salix glauca*. Описанные ценозы формируются в нижней части субальпийского пояса в условиях постоянного или периодически повышенного увлажнения (берега рек, участки временных водотоков, пересыхающие ручьи).

Экспозиционная приуроченность субальпийских ивняков не выявлена. Чаще всего они встречаются на высотах от 1400 до 1460 м на пологих склонах.Общее проективное покрытие варьируетот 80 до 100 %. Вертикальнаяструктура трехъярусная. Кустарниковыйярус занимает от 65 до 85 % от общей площади ценоза. В этом ярусе доминирует *Salixglauca*, единично встречаются *Betula rotundifolia*, *Salix hastata* и *Sorbus sibirica*. Высота кустарников в среднем равна 100 см. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса 60-90 %. В травостое часто доминирует *Calamagrostis langsdorffii*, в отдельных сообществах его проективноепокрытие может достигать 70 %. Высоким постоянством отмечены такие виды как: *Aconitum septentrionale*, *Anemonoides altaica*, *Cirsium heterophyllum*, *Corydalis bracteata*, *Doronicum altaicum*, *Euphorbia pilosa*, *Geranium albiflorum*, *Heracleum dissectum*, *Primula pallasii*, *Sanguisorba alpina*, *Saussurea latifolia*, *Trollius asiaticus*, *Veratrum lobelianum*, *Viola biflora*, *Valeriana capitata*. Мохово-лишайниковый ярус, как правило, не выражен. В отдельных ценозах проективное покрытие мхов может варьироватьот 5 до 30 %. Моховая синузия представлена: *Aulacomnium palustre*, *Kiaeria starkei*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum norvegicum*, *P. alpinum*, из лишайников чаще всего встречаются *Cetraria islandica*, *Cladonia arbuscula*, *C. rangiferina*, *C. stellaris*, *Flavacetraria cuculata*. Средняя видовая насыщенность составляет 29 видов на 100 м^2.

Ассоциация *Doronico altaicae-Sanguisorbetum alpinae* Krasnoborovex Zibzeev 2010

Диагностические виды: *Sanguisorba alpina*, *Cortusa altaica.*

В ассоциацию объединены сообщества субальпийских лугов с доминированием *Sanguisorba alpina*. Ранее на хребте Крыжина подобные ценозы были описаны И. М. Красноборовым [8] в окрестностях ледника Стальнова, который отметил, что данные ценозы образуют единый эколого-ценотический комплекс с сообществами ассоциации *Carici altaicae-llietum schoenoprasi*, при этом занимая более возвышенные, менее увлажненные участки склонов. Общее проективное покрытие 95-100 %. Вертикальная структура одноярусная. Средняя высота травостоясоставляет 70 см, максимальная 140 см. Кроме доминирующего вида (*Sanguisorba alpina*), с высоким постоянством и обилием в формировании травостоя принимают участие: *Allium schoenoprasum*, *Aquilegia glandulosa*, *Anemonoides altaica*, *Callianthemum sajanense*, *Caltha palustris*, *Cardamine macrophylla*, *Carex altaica*, *Corydalis bracteata*, *Crepis lyrata*, *Doronicum altaicum*, *Euphorbia pilosa*, *Heracleum dissectum*, *Myosotis palustris*, *Poa sibirica*, *Ranunculus propinquus*, *Rumex alpestris*, *Saussurea latifolia*, *Saxifraga punctata*, *Trollius asiaticus*, *Veratrum lobelianum*, *Valeriana capitata*, *Viola altaica*, *Viola biflora.* Мохово-лишайниковый покров не выражен. Средняя видовая насыщенность 28 видов на 100 м^2.

Сообщество *Bergenia crassifolia-Vaccinium myrtillus*

Диагностические виды: *Vaccinium myrtillus*, *Bergenia crassifolia*.

Хионофильные кустарничковые лишайниково-моховые сообщества расположенные на пологих склонах, занимающих Северную, Южную и Юго-Западную экспозиции. Вертикальная структура таких сообществ трехъярусная. Древесный ярус отсутствует, единично встречается *Pinus sibirica*, высота которых редко превышает 120 см. Высота кустарникового яруса в среднем равна 65 см. В этом ярусе доминирует *Betula rotundifolia* с проективным покрытием, достигающим 90 %. Часто в сложении кустарникового яруса принимает участие *Salix glauca.* Высота травяно-кустарничкового яруса в среднем составляет 20 см. В этом ярусе доминирует *Bergenia crassifolia*,часто значительную роль играет кустарничек*Vaccinium myrtillus*. Среднее проективное покрытие мохово-лишайникового яруса составляет 91 %. Средняя видовая насыщенность 21 вид на 100 м^2. Особенностью этих сообществ является близкое залегание материнских пород, нередко выступающих на поверхность в виде валунов и крупных камней, зарастающих мхами, лишайниками и кустарничками.Описанные сообщества близки к сообществам союза Empetro-Betulion rotundifoliae Zhitlukhina et Onishchenko ex Chytry et al. 1993, класса Loiseleurio-Vaccinietea

Eggler 1952, но небольшое число описаний позволяет нам лишь предварительно описать сообщества Bergenia crassifolia-Vaccinium myrtillus.

Сообщество *Anemonastrum narcissiflorum-Dryas oxyodonta*

Диагностические виды: *Callianthemum sajanense*, *Paraquilegia microphylla*, *Anemonastrum narcissiflorum*.

Описаны нами сообщества тундрового типа расположенные на крутых (35-45º) склонах преимущественно северной экспозиции на высоте 1500-1550. Субстрат щебнистый, с обилием мелкозема. Часто крупные камни выходят на поверхность и покрывают до 30% площади сообщества. Проективное покрытие тарвяно-кустарничкового яруса достигает 55 %, его высота 5-15 см. В этом ярусе абсолютным доминантам является *Dryasoxyodonta*. Высоким постоянством отмечены виды: *Anemonastrum narcissiflorum*, *Vaccinium uliginosum*, *Callianthemum sajanense*, *Paraquilegia microphylla*. Мохово-лишайниковый ярус имеет высокое проективное покрытие до 70 %.Средняя видовая насыщенность 15 вид на 100 м^2.

С позиции эколого-флористической классификации данные сообщества близки к сообществам класса Carici rupestris-Kobresietea bellardii Ohba 1974, порядку Kobresio-Dryadetalia Ohba 1974, союзу Dryadion oxyodontae Zhitlukhina et Onishchenko ex Chytry et al 1993. Однако малое число описаний позволяет нам лишь предварительно описать сообщества Anemonastrum narcissiflorum-Dryas oxyodonta.

Проведенные исследования позволили выявить синтаксономичесое разнообразие и особенности пространственной организации уникальных высокогорных растительных сообществ хр. Крыжина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Малышев Л. И.* Высокогорная флора Восточного Саяна. М.-Л.: Наука, 1965. С. 25-37.
2. Полевая геоботаника. М.-Л.: Наука, 1972. Т. 4. 336 с.
3. Определитель лишайников России. СПб., 1971. Вып. 6. 304 с.
4. Определитель лишайников России. СПб., 1978. Вып. 7. 166 с.
5. *Черепанов С. К.* Сосудистые растения СССР. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб., 1995. 990 с.
6. *Hennekens S.M.* TURBO(VEG). Software package for input, processing, and presentation of phytosociological data. User's guide. Lancaster. 1996. 59 p.
7. *Weber H.E., Moravec J., Theurillat J.-P.* International code of phytosociological nomenclature. 3 ed. // Journal of Vegetation Science. 2000. Vol. 11. № 5. P. 739-768.
8. *Красноборов И. М.* Высокогорная растительность западной части Восточного Саяна // Растительность правобережья Енисея. Новосибирск, 1971. С. 136–172.

COENOTIC DIVERSITY OF ALPINE VEGETATION KRYZINA RAINGE (EAST SAYAN)

© 2012 E.A. Basargin

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS, Novosibirsk

Classification of vegetation of high mountains raing in East Sayan, has been performed according to the Braun-Blanquet approach.We describenew communities (Bergenia crassifolia - Vaccinium myrtillus, Anemonastrum narcissiflorum - Dryas oxyodonta),are described after detailed syntaxonomic analysis.

Keywords: *alpine vegetation, East Sayanmountains, classification*.

Basargin Eugene A. candidate of biological science, the younger research assistant of laboratory of geobotany and plant ecology.E-mail: basarginea@mail.ru

УДК 574.4

РЕДКИЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

© 2012 М.В. Бекмансуров[1], Г.А. Богданов[2]

[1] Марийский государственный университет, г. Йошкор-Ола
[2] Государственный природный заповедник «Большая Кокшага»

Приведен перечень и краткая характеристика редких растительных сообществ, находящихся под угрозой исчезновения.

Ключевые слова: *редкие сообщества, редкие виды, зона затопления*.

Исследования проводились на территории Килемарского и Юринского района Республики Марий Эл в долине р. Волги (левобережье) и пойме р.Ветлуги. Обследованная территория войдет в зону затопления Чебоксарского водохранилища в случае поднятия его уровня до проектной отметки 68,0 м. С 1981 года и по настоящее время Чебоксарская ГЭС работает на промежуточной отметке водохранилища – 63 м и ее строительство считается незавершенным.

Создание Чебоксарского водохранилища привело к существенному преобразованию биогеоценотического покрова долины р.Волга: произошло затопление и подтопление плодородных сельскохозяйственных угодий, были уничтожены пойменные дубравы, вырублен лес на значительных площадях. После расчистки ложа будущего водохранилища (1970-е годы) на незатопленной территории в настоящее время на месте вырубленных лесов формируются производные, главным образом, мелколиственные леса.

В Российском национальном рамочном стандарте добровольной лесной сертификации к редким и находящимся под угрозой исчезновения относят экосистемы, занимающие незначительную в сумме площадь в составе данного ландшафта, региона, природной зоны или в мировом масштабе в силу различных причин. Такие экосистемы, как правило, уязвимы, могут быть полностью утрачены в результате действия широкого спектра разрушающих факторов и даже незначительного нарушения [3].

В перечень редких экосистем Республики Марий Эл включены леса: с заметным участием пихты сибирской, лиственницы; темнохвойно-широколиственные полидоминантные леса в поймах и долинах рек и кустарниково-широколиственный ряд сообществ долинных лесов с дубом черешчатым и ольхой черной (заболоченный) [3]. Нелесные сообщества в этом перечне отсутствуют.

В пойме Ветлуги редкими фитоценозами являются хвойно-широколиственные и широколиственные леса и канареечниковые луга. Ниже приводится краткое описание редких типов растительных сообществ, обнаруженных в ходе наших исследований.

Дубняк волосистоосоковый. Изредка встречается на гривах в пойме р.Ветлуги. В обоих подъярусах древостоя, общая сомкнутость которого составляет 95 %, встречается дуб черешчатый – *Quercus robur* L. Также в древесном ярусе представлены клен остролистный – *Acer platanoides* L., липа сердцелистная – *Tilia cordata* Mill., береза повислая – *Betula pendula* Roth, ель финская – *Picea X fennica* (Regel) Kom. В подросте преобладают липа и клен.

Подлесок из-за высокого затенения, создаваемого кронами деревьев, развит слабо, по этой же причине в подросте почти отсутствует дуб. В травяно-кустарничковом ярусе абсолютным доминантом является осока волосистая – *Carex pilosa* Scop., ее покрытие составляет около 30 %, встречаемость – 100 %. Другим высококонстантным видом является

Бекмансуров Минханаф Валиуллович, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии Марийского государственного университета. E-mail: m.mahach@mail.ru; *Богданов Геннадий Алексеевич*, старший научный сотрудник Государственного природного заповедника «Большая Кокшага». E-mail: nauka_gpz@yolamail.ru

сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.), однако степень ее покрытия не превышает 5 %. Мохово-лишайниковый ярус отсутствует.

Канареечниковый пойменный луг. В Юринском районе в окрестностях д.Подгорная (правый берег Ветлуги) и д.Денисовка (левый берег) описаны высокопродуктивные луговые сообщества с доминированием двукисточника тростникового (канареечника) – *Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert, который с высоким обилием (4-5 баллов по шкале Браун Бланке) и высокой встречаемостью (100 %) доминирует в травостое, высота которого превышает 2 м. В формировании второго яруса принимают участие тысячелистник хрящеватый – *Ptarmica cartilaginea* (Ledeb. ex Rchb.) Ledeb., кострец безостый – *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, кровохлебка аптечная – *Sanguisorba officinalis* L., василистник простой – *Thalictrum simplex* L., окопник лекарственный – *Symphytum officinale* L. Вследствие абсолютного доминирования канареечника видовое разнообразие невысокое – всего 12 видов сосудистых растений. Моховой покров отсутствует.

В долине Волги на второй надпойменной террасе вблизи крутого склона третьей террасы в условиях избыточного увлажнения встречаются редкие типы нелесных сообществ, площадь каждого из которых не превышает 1 га.

Осоково-сфагновое болото переходного типа. Древостой отсутствует. Имеется немногочисленный подрост из березы пушистой и сосны обыкновенной. В формировании травяно-кустарничкового яруса участвуют 18 видов растений, среди которых доминируют осока пушистоплодная – *Carex lasiocarpa* Ehrh., осока двудомная – *C.dioica* L., вахта трехлистная – *Menyanthes trifoliata* L., клюква – *Oxycoccus palustris* Pers. В моховом покрове – 8 видов с преобладанием *Sphagnum angustifolium* (Russow) C. Jens., *S. teres* (Schimp.) Aongstr. ex Hartm. Из редких видов растений здесь встречается дремлик болотный – *Epipactis palustris* (L.) Crantz, включенный в Красную Книгу Республики Марий Эл [2].

Кустарниково-осоковые заросли с участием редких видов. Древостой отсутствует. Имеется подрост из березы пушистой – *Betula pubescens* Ehrh., осины – *Populus tremula* L. и сосны *Pinus sylvestris* L. Ярус кустарников образуют ива пепельная – *Salix cinerea* L., ива розмаринолистная – *S.rosmarinifolia* L. и береза приземистая – *Betula humilis* Schrank. (местами доминирует в растительном покрове). В травянистом ярусе представлены 20 видов растений. Доминирует осока метельчатая – *Carex paniculata* L. Редкими видами здесь являются дремлик болотный – *Epipactis palustris* (L.) Crantz и мытник скипетровидный – *Pedicularis sceptrum-carolinum* L. (единственное местообитание на территории Марий Эл) Последний встречался здесь еще в 1930 г. [1]. Березу приземистую планируется включить в новое издание Красной книги республики.

Гипново-осоковый низинный луг. Используется как сенокосный участок. В травостое доминируют осоки: сближенная (*Carex appropinquata* Schumach), заостренная *(C. acuta* L.) черная (*C. nigra* (L.) Reichard, метельчатая (*C.paniculata* L.). На участках, где сенокошение прекратилось, отмечается зарастание луга ивами: трехтычинковой, розмаринолистной и пепельной.

Два последних сообщества в пределах республики встречены только в районе данного исследования.

Сообщества водной растительности с участием сальвинии плавающей (*Salvinia natans* (L.) All.). изредка встречаются в прибрежной части водохранилища на мелководьях, защищенных от ветра. Также сальвиния встречается в мезопонижениях, залитых водой и расположенных неподалеку от берега водохранилища. Здесь она образует почти сплошной покров.

Исследования проводились при финансовой поддержке хоздоговора 012-11 «Современное состояние и прогноз функционирования растительных и животных сообществ на территории Республики Марий Эл в зоне влияния Чебоксарского водохранилища при наполнении до НПУ 68,0 м.».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васильева Л.Н., Абрамов Н.В.* Материалы к флоре Марийской АССР // Флора Марийской АССР и вопросы ее охраны. Йошкар-Ола: МарГУ, 1981. С. 22-44.

2. Красная книга Республики Марий Эл: редкие и нуждающиеся в охране растения марийской флоры. Йошкар-Ола: Мар. кн. изд-во, 1997. 128 с.

3. *Яницкая Т. О., Смирнова О. В., Лащинский Н. Н., Бакун Е. Ю.* Выявление редких лесных экосистем. Рекомендации по выявлению редких лесных экосистем, являющихся лесами высокой природоохранной ценности (ЛВПЦ 3) // Устойчивое лесопользование, 2007. – № 2. С 23-27.

RARE VEGETABLE COMMUNITY OF THE MARIE EL REPUBLIC IN ZONE OF THE INFLUENCE CHEBOKSARY RESERVOIR

© 2012 M.V. Bekmansurov [1], G.A. Bogdanov [2]

[1] Mari state university
[2] State natural game reserve «Bolshaya Kokshaga »

Short feature of rare communities, residing under threat of the disappearance is given.
Keywords: *rare community, rare species, zone of the flooding*.

Bekmansurov Minkhanaf Valiullovich, candidate of the biological sciences, assistant professor of the Ecology department of the Mari state university. E-mail: m.mahach@mail.ru; *Bogdanov Gennadiy Alekseevich*, senior scientific employee of the State natural reserve «Bolshaya Kokshaga». E-mail: nauka_gpz@yolamail.ru

УДК 551.4(479.0)

К КЛАССИФИКАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ГРУППИРОВОК НА СКАЛАХ В АЛЬПИЙСКОМ ПОЯСЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

© 2012 Е.А. Белоновская

Институт географии РАН, Москва

В данной статье предложена классификационная схема скальных группировок альпийского пояса Северного Кавказа, выполненная по флористическим критериям. Сообщества отнесены к 1 классу, 1 порядку, новому союзу, новым 4 ассоциациям и 4 субассоциациям.

Ключевые слова: *классификация растительных сообществ, синтаксономия, высокогорья, Северный Кавказ.*

Специфика альпийского пояса Большого Кавказа, впрочем, как и любой другой горной системы, состоит в крайне неблагоприятных для биоты внешних факторах. Прежде всего, это экстремальные условия произрастания: низкие температуры, значительные суточные и сезонные амплитуды, короткий вегетационный период, быстрый сток атмосферных осадков при высокой инсоляции, которые подавляют развитие растений и ограничивают их распространение. В результате действия нивально-гляциальных процессов, которые усугубляются процессами выветривания и эрозии, в альпийском поясе значительные площади занимают скалы, на которых из-за постоянных нарушений субстрата, ограничивающих возобновление растительности, развиваются первичные сукцессии или их начальные стадии. В подобных экстраординарных условиях среды формируются специфические жизненные формы растений и их группировки на скальных обнажениях, представляющие особый интерес для изучения.

Многие исследователи флоры и растительности Кавказа указывали на значительное видовое разнообразие скальных сообществ, большое количество произрастающих на местообитаниях данного типа эндемичных видов (Шифферс, 1953).

Схемы классификации скальных сообществ для отдельных регионов Западного Кавказа были выполнены В.Г. Онипченко (Onipchenko, 2002) и О.Ю. Ермолаевой (2007). Для всего альпийского пояса Большого Кавказа предварительные результаты классификации скальной растительности были опубликованы ранее (Белоновская, Коротков, 2000).

Исследования растительности на выходах скал были проведены в высокогорных районах Западного, Центрального и Восточного Кавказа. Районы исследования расположены выше верхней границы леса на высотах от 2400 до 3300 м над ур. моря.

Пробные площадки выбирались субъективно для того, чтобы отобразить все варианты растительности в каждом районе. Описания выполнялись по методике Браун-Бланке (Becking, 1957). Затем описания были внесены и упорядочены в базу данных, в соответствии со стандартами “TURBOVEG” (Hennekens, 1996) и впоследствии JUICE (Tichy, 2002). Классификация выполнена после проведения упорядочивания описаний при помощи TWINSPAN (Hill, 1979). Характерные и дифференцирующие виды выделены в соответствии взглядам Бекинга (Becking, 1957).

Классификационная схема растительных группировок на скалах

Asplenietea trichomanis corr. Oberd. 77

Asplenium trichomanis, Asplenium septentrionale, Rhizocarpon geographicum, Saxifraga moschata, Draba bryoides, Arenaria lychnidea

Potentilletalia caulescentis Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 26

Asplenium ruta-muraria, Cystopteris fragilis, Saxifraga paniculata

Белоновская Елена Анатольевна, кандидат географических наук, ученый секретарь Института география РАН. E-mail: belena53@mail.ru

Campanulion saxifragae prov.

Campanula saxifraga

Gypsophilo tenuifoliae-Saxifragetum juniperifoliae prov.

Gypsophila tenuifolia, Festuca caucasica (Saxifraga juniperifolia, Racomitrium sudeticum, Tortula norvegica, Bryum argenteum)

Gypsophilo tenuifoliae-Saxifragetum juniperifoliae saxifragetosum moschatae prov.

Saxifraga moschata, Cystopteris fragilis, Potentilla speciosa, Potentilla brachypetala, Viola biflora, Campanula anomala, Stegonia latifolia, Lescuraea incurvata

Gypsophilo tenuifoliae-Saxifragetum juniperifoliae thymetosum majkopensis prov.

Thymus majkopensis, Minuartia setacea, Euphrasia petiolaris, Draba siliquiosa

C*ampanulo saxifragae-Alopecuretum* *sericei* prov.

Alopecurus sericeus, Umbilicaria deusta, Parmelia centrifuga, Solorina crocea, Lecanora epibryon

Saxifrago paniculatae-Campanuletum saxifragae prov.

Saxifraga paniculata

Saxifraga paniculatae-Campanuletum saxifragae typicum prov.

Saxifraga paniculatae-Campanuletum saxifragae alchemilletosum sericeae prov.

Alchemilla sericea, Sedum tenellum, Polytrichastrum alpinum, Phryne huetii

Saxifrago sibirici-Cystopteridetum fragilis prov.

Cystopteris fragilis, Saxifraga sibirica

В результате проведенной классификации в альпийском поясе Большого Кавказа выделено 4 ассоциации растительных группировок на выходах скальных пород, которые относятся к новому союзу ***Campanulion saxifragae*** prov. западно-европейского класса ***Asplenietea trichomanis*** (Br.-Br. in Meier et Br.-Bl. 1934) Oberd. 1977, порядка ***Potentilletalia caulescentis*** Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 26. Из характерных видов класса в альпийском поясе Северного Кавказа встречаются *Asplenium trichomanis, Asplenium septentrionale, Rhizocarpon geographicum, Saxifraga moschata, Draba bryoides, Arenaria lychnidea,* а из характерных видов порядка - *Asplenium ruta-muraria, Cystopteris fragilis, Saxifraga paniculata.*

Сообщества первой ассоциации ***Gypsophilo tenuifoliae-Saxifragetum juniperifoliae*** prov. широко распространены в высокогорьях Западного и Центрального Кавказа. Ассоциация встречается как на гранитах и сланцах, так и известняках, на высотах от 2000 м до 2930 м над ур. моря. Поверхности скал могут быть обращены в любую сторону света. Такое разнообразие факторов определяет высокое видовое разнообразие ассоциации – 89 видов при среднем количестве видов в описании – 12. Ассоциацию дифференцируют эндемичные кавказские виды *Gypsophila tenuifolia* и *Saxifraga juniperifolia.* Редко, но встречающаяся только в сообществах данной ассоциации *Festuca caucasica* формально не попадает в группу дифференцирующих видов. Мхи: *Racomitrium sudeticum, Tortula norvegica, Bryum argenteum* – также встречены только в данной ассоциации. Ассоциация распадается на две субассоциации: типичную и распространенную повсеместно ***Gypsophilo-Saxifragetum saxifragetosum moschatae*** prov., с группой дифференцирующих видов *Saxifraga moschata, Cystopteris fragilis, Potentilla speciosa, Potentilla brachypetala, Viola biflora, Campanula anomala, Stegonia latifolia, Lescuraea incurvata* и локальную ассоциацию ***Gypsophilo-Saxifragetum thymetosum majkopensis*** prov., с группой дифференцирующих видов *Thymus majkopensis, Minuartia setacea, Euphrasia petiolaris, Draba siliquiosa*, сообщества которой распространены в субальпийском поясе на высоте 2000 м над ур. моря на выходах известняков урочища Аурсентх в верховьях р. Малка.

В верхней части альпийского пояса, на высотах 2900-3000 м над ур. моря, на скалах из гранита или сланца встречаются сообщества асс. **C*ampanulo saxifragae-Alopecuretum sericei*** prov. Ее дифференцируют эндемичный злак *Alopecurus sericeus* и несколько видов листовых или пластинчатых лишайников *Umbilicaria deusta, Parmelia centrifuga, Solorina crocea, Lecanora epibryon,* покрытие которых, впрочем, минимально. По видовому разнообразию

данная ассоциация беднее, по сравнению с сообществами предыдущей ассоциации: общее количество видов – 52. Среднее количество видов в описании – 16. Асс. ***Campanulo-Alopecuretum sericei*** выражена лучше на Западном Кавказе в Карачаево-Черкессии. Однако ее сообщества в виде уклоняющихся вариантов встречаются также и в Дагестане на значительном расстоянии друг от друга.

Сообщества асс. ***Saxifrago paniculatae-Campanuletum saxifragae*** prov. наиболее широко представлены в восточной части Северного Кавказа. Она дифференцируется одним видом – *Saxifraga paniculata*. Различаются две субассоциации. Типичная субассоциация обладает широким ареалом не только в пределах Восточного Кавказа, но обнаружена в виде не совсем типичного варианта в бассейне р. Теберда на Западном Кавказе. Субассоциация ***Saxifrago-Campanuletum alchemilletosum*** prov. обнаружена в узком диапазоне регионов в высокогорном Дагестане. Асс. ***Saxifrago-Campanuletum*** – типичная ассоциация союза скальных группировок Кавказа союза ***Campanulion saxifragae,*** для которой естественно ожидать самое широкое распространение.

Ассоциация ***Saxifrago sibirici-Cystopteridetum fragilis*** prov. выделена только по трем описаниям из небольшого района Восточного Кавказа и является классической локальной ассоциацией, что характерно для сообществ данного класса в целом (Oberdorfer, 1977). Она дифференцируется *Asplenium ruta-muraria, Silene saxatilis, Melica transsilvanica, Saxifraga sibirica*, отсутствием характерных видов класса. Если практически все кавказские ассоциации скальных группировок связаны с узким высотным диапазоном, то сообщества ассоциации ***Saxifrago-Cystopteridetum,*** высотные пределы которой составляют 1000 м, составляют исключение.

Сообщества на скалах и в скальных трещинах имеют особый тип распределения на протяжении Северного Кавказа. Его отличает сильно выраженный региональный акцент, обязательно проявляющийся либо на уровне ассоциации, либо на уровне субассоциации. По степени выраженности региональной специфики все ассоциации можно разделить на две группы. К первой относятся ассоциации с довольно широким ареалом – от Западного до Восточного Кавказа, хотя степень фитосоциологической выраженности сообществ всегда лучше в какой-то одной части Кавказа. Более узкий ареал имеет ассоциация ***Gypsophilo-Saxifragetum juniperifoliae,*** распространенная достаточно широко на Центральном Кавказе. Для этих ассоциаций характерно проявление регионализма на внутри ассоциационном уровне: так, для ***Gypsophilo-Saxifragetum*** из разных районов описаны субассоциации, а для ***Campanulo-Alopecuretum*** и ***Saxifrago-Campanuletum alchemilletosum*** с разными частями Северного Кавказа связаны варианты. Наименьшая степень регионализма отмечена для ***Saxifrago-Campanuletum***, обе субассоциации которой имеют частично перекрывающиеся ареалы. Интересно отметить, что описанная закономерность отмечена именно в типичной для союза ассоциации.

Субстратная приуроченность скальных сообществ на Кавказе далеко не так ясно выражена, по сравнению с родственными сообществами гор Западной Европы. Сообщества на гранитах и на известняках Центрального Кавказа обнаруживают настолько много общего, что заслуживают объединения в одну ассоциацию. Субстратные предпочтения в ней выявляются только на уровне субассоциаций: ***Gypsophilo-Saxifragetum saxifragetosum moschatae –*** на гранитах***, Gypsophilo-Saxifragetum thymetosum –*** на известняках. Аналогично ***Campanulo-Alopecuretum*** приурочена как к гранитам, так и к сланцам. Причем в составе всех кавказских сообществ на сланцах отмечается совместное присутствие как кальциефильных, так и ацидофильных видов в представлении западно-европейских авторов (Oberdorfer, 1977). Синтаксономически они совмещают в себе свойства западно-европейских порядков ***Potentilletalia caulescentis*** (сообществ на кислых породах) и ***Adrosacetalia vandellii***, объединяющих сообщества известковых скал, что может свидетельствовать о сложном минералогическом составе сланцевых пород во многих районах Кавказа, состоящих как из кислых, так и из основных пород, богатых важными для минерального питания растений элементами и кальцием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Becking W*. 1957. The Zurich-Montpellier school of phytosociology //Bot. Rev. Vol. 23. N 7. P. 411-488.
2. *Hennekens S.M*. 1996. T URBOVEG. Software package for input, processing, and presentation of phytosociological data. User's guide. IBN-DLO, University of Lancaster, Lancaster.
3. *Hill M.O.* 1979. DECORANA and TWINSPAN for ordination and classification of multivariate species data: a new edition, together with supporting programs, in FORTRAN 77. Institute of Terrestrial Ecology, Huntingdon.
4. *Oberdorfer E.* 1977.Süddeutsche Pflanzengesellschaften. 2 Aufl. Teil 1. Gustav Fisher Verlag: Jena, 311 z.
5. *Oberdorfer E*. 1977.Süddeutsche Pflanzengesellschaften. 2 Aufl. Teil 1. Gustav Fisher Verlag: Jena, 311 z.
6. *Onipchenko V.G*. 2002. Alpine vegetation of the Teberda Reserve, the Northwestern Caucasus // Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel, Zürich. 130: 1-168
7. *Onipchenko V.G*. 2002. Alpine vegetation of the Teberda Reserve, the Northwestern Caucasus. Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel, Zürich. 130: 1-168
8. *TICHY L*. 2002. JUICE, software for vegetation classification // *J. of Veg. Sci.* **13**: 451-453.
9. *Белоновская Е.А., Коротков К.О.* 2000. Разнообразие растительности альпийского пояса Большого Кавказа // Известия РАН. Сер. геогр. № 2. С. 89-96.
10. *Ермолаева О.Ю.* 2007. Петрофитные сообщества высокогорных известковых массивов Западного Кавказа // Растительность России. Санкт-Петербург. № 10. с. 23-37.
11. *Ермолаева О.Ю*. Петрофитные сообщества высокогорных известковых массивов Западного Кавказа. растительность России. Санкт-Петербург. 2007. № 10. с. 23-37.
12. *Шифферс Е.В*. 1953. Растительность Северного Кавказа и его природные кормовые угодья. Изд.-во АН СССР, М.-Л., 400 с.

CLASSIFICATION OF THE PLANT COMMUNITIES ON ROCK CREVICES AND SCREES IN THE ALPINE BELT OF THE NORTHERN CAUCASUS

© 2012 E.A. Belonovskaya

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow

In this article the scheme of the floristical classification of plant communities on alpine rock crevices of the Northern Caucasus was proposed. 1 class, 1 order, one new alliance, 4 new associations and 4 subassociations were revealed.

Key words: *plant communities' floristical classification, syntaxonomy, highmountains, Northern Caucasus.*

Elena Belonovskaya, scientific secretary of the Institute of geography RAS. E-mail: belena53@mail.ru

УДК 581.5

СТРУКТУРА ЛЕСОПОЛОС ЗАКАЗНИКА «САРАТОВСКИЙ»

© 2012 А.А. Беляченко[1], Л.А. Серова[2], Ю.А. Беляченко

[1] Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов
[2] Национальный парк «Хвалынский
Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов

В данной статье рассмотрена структура искусственных лесополос заказника «Саратовский», приведена их характеристика. На основании статистического анализа данных выделены несколько типов посадок и выявлены факторы, определяющие их структуру.

Ключевые слова: *посадки, структура, геоботаническое описание.*

Посадки в степной зоне представляют собой уникальное местообитание, где концентрируется большое число видов растений. Большая часть территории ГПЗ «Саратовский» занята агроценозами, чрезвычайно бедными в видовом отношении. С одной стороны, в посадки активно внедряются степные виды растений, с другой – часто встречаются некоторые типично лесные виды. Кроме того сама по себе древесная растительность нетипична для степной зоны.

Исследования проводились на территории заказника «Саратовский», расположенного в Федоровском районе Саратовской области, с апреля по ноябрь 2011 г. Описания различных типов посадок проведены с использованием стандартных геоботанических методов на пробных площадках площадью 400 м^2 [4-6]. Обработка данных проведена с использованием стандартных статистических методик [1, 2].

Посадками занято около 5 % территории заказника «Саратовский», что составляет 22 км^2. Все посадки на территории заказника имеют возраст около 60 лет, однако их структура различна. В составе древесного яруса посадок встречаются вяз мелколистный (Ulmus parvifolia), ясень пенсильванский (Fraxinus pennsylvanica), дуб черешчатый (Quercus robur), груша обыкновенная, береза бородавчатая (Betula pendula). Ярус подлеска в большинстве посадок представлен жимолостью татарской (Lonicera tatarica), смородиной золотистой, кленом татарским (Acer tataricum), сливой колючей, лохом узколистным (Elaeagnus angustifolia). Большинство посадок в силу густоты кустарникового яруса, являются мертвопокровными. Характеристики наиболее часто встречающихся типов посадок представлены в таблице. Статистически достоверные отличия достигаются между посадками по следующим параметрам: число рядов в посадках, расстояние между рядами, высота, густота, состав и структура древесного яруса и подлеска.

В структурно простых посадках (редких, с малым количеством рядов, незначительной высотой деревьев и густотой кустарников) число видов растений невелико. Чаще всего это оказываются степные или луговые виды травянистых растений, проникающие сюда из окружающих местообитаний. Также встречаются полукустарнички, например, полынь белая (Artemisia alba).

Увеличение высоты древесного яруса (до 8 – 10 м) приводит к существенному усложнению его структуры: появляется подъярус подроста и кустарниковый ярус. Число видов растений в таких посадках также увеличивается. Развитие кустарникового яруса в некоторых посадках обусловливает их мертвопокровность. Это особенно хорошо заметно, если кустарниковый ярус слагается сливой колючей.

Беляченко Андрей Александрович, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» E-mail: belyachenkoaa@mail.ru; *Серова Людмила Александровна*, начальник научного отдела ФГБУ «Национальный парк «Хвалынский». E-mail: laserova@mail.ru; *Беляченко Юлия Александровна*, кандидат биологических наук, ассистент кафедры генетики ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского». E-mail: belyachenkoaa@mail.ru

Таблица 1. Характеристика посадок и население птиц

№ п/п	Число рядов	Междурядья, м	Древесный ярус				Ярус подлеска			Травяной ярус		Число видов растений
			преобладающие виды	встречающиеся виды	средняя высота, м	густота, экз/га	преобладающие виды	средняя высота, м	густота, экз/га	Преобладающие виды	проективное покрытие, %	
1	8	15	Вяз мелколистный, ясень пенсильванский	Дуб черешчатый, груша обыкновенная, лох узколистный	6,2	780	Груша обыкновенная, вяз шершавый, клен татарский, жимолость татарская, слива колючая	2,1	1278	Мертвопокровные		20
2	5	5	Вяз мелколистный	Ясень пенсильванский	10,1	1200	Клен татарский, груша обыкновенная, смородина золотистая, жимолость татарская, слива колючая	2,6	1478	Мертвопокровные		12
3	3	5	Вяз мелколистный, ясень пенсильванский	Нет	6,5	640	Смородина золотистая	1,7	300	Житняк гребенчатый	60	4
4	3	3	Вяз мелколистный, ясень пенсильванский	Нет	5,3	133	Не выражен			Житняк гребенчатый, полынь белая, синеголовник плосколистный	78	8
5	5	5	Вяз мелколистный, ясень пенсильванский	Клен американский	8,1	380	Слива колючая, жимолость татарская, смородина золотистая	1,8	5300	Мертвопокровные		17
6	2	5	Вяз мелколистный, ясень пенсильванский	Береза бородавчатая, дуб черешчатый	5,1	430	Клен татарский, смородина золотистая, ирга круглолистная	1,6	1300	Житняк гребенчатый	50	5
7	14	5	Вяз мелколистный	Вяз гладкий, дуб черешчатый, лох узколистный	6,2	590	Клен американский, смородина золотистая, ирга круглолистная, жимолость татарская, слива колючая	1,5	780	Ковыль, житняк гребенчатый	70	16

Уникальный тип местообитаний представляет собой государственная лесополоса. Ее ширина составляет около 500 м, она состоит из четырех семидесятиметровых восьмирядных посадок, разделенных разновозрастными залежами. Сходное местообитание представляют собой посадки вдоль железнодорожного полотна, проходящего по территории заказника. Они также отличаются от всех остальных большой шириной (около 100 м) и значительным числом рядов (14). Структурная сложность этих посадок настолько велика, что они представляют собой своеобразное лесное местообитание. Помимо типичных степных и луговых видов растений здесь встречаются и типичные лесные виды растений. Отмечены:

Таким образом, посадки на территории заказника «Саратовский» являются уникальным местообитанием, играющим огромную роль в формировании флоры и растительности заказника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мэгарран Э.* Биологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1991. 183с.

2. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1982. 314с.

3. *Ларина Н.И., Голикова В.Л., Лебедева Л.А.* Учебное пособие по методике полевых исследований экологии наземных позвоночных. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та., 1981. 98с.

4. *Воронов А.Г.* Геоботаника. М.: Наука, 1973. 384с.

5. *Юннатов А.А.* Типы и содержание геоботанических исследований. Выбор пробных площадей и заложение экологических профилей / Полевая геоботаника. М.-Л.: Наука, 1964. Т. 3. С. 9-36.

6. *Матвеев Н.М.* Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны): учебное пособие. Самара: изд-во «Самарский университет», 2006. 310с.

THE STRUCTURE OF FOREST BELTS IN “SARATOVSKY” PRESERVE

© 2012 A.A. Belyachenko [1], L.A. Serova [2], Yu.A. Belyachenko [3]

The article deals about different characteristics and structure of various afforestation types on the territory of “Saratovsky” preserve. Due to statistical methods different afforestation types are выделены. Ecological factors определяющие structure определены.

Key words: *forest belts, structure, phytocenotical description.*

Belyachenko Andrey Alexandrovich, Candidate of Biology, Associate Professor Chapter of Ecology of Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A. E-mail: belyachenkoaa@mail.ru; *Serova Ludmila Alexandrovna*, headmaster of scientiphic department of National Park “Khvalynsky”. E-mail: laserova@mail.ru; *Belyachenko Julia Alexandrovna*, Candidate of Biology, Assistant of chapter of genetics of Saratov State University named after N.G. Chernishevskiy. E-mail: belyachenkoaa@mail.ru

УДК 582.33 (470.21)

ОПЫТ АНАЛИЗА ЛЕСНЫХ ЦЕНОФЛОР ПЕЧЕНОЧНИКОВ ЛАПЛАНДСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

© 2012 Е.А. Боровичев[1,2], Н.Е. Королева[1]

[1] Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН
[2] Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН

Результатом эколого-ценотического анализа печеночников лесов Лапландского заповедника на основе сравнительно-флористического метода стало выделение шести объединенных ценофлор, характеристика которых дана в статье. Наименее богаты печеночниками лишайниковые сосновые леса на бедных сильно дренированных почвах (15 видов). Наибольшее разнообразие отмечено в пойменных разнотравных еловых и березово-еловых лесах (88 видов). Показано, что даже без учета сосудистых растений и мхов, лишь по составу ценофлор печеночников, лесные сообщества разделяются на группы, в общем, соответствующие ассоциациям эколого-флористической классификации либо группам ассоциаций доминантной.

Ключевые *слова: печеночники, ценофлоры лесов, Лапландский заповедник, эколого-ценотический анализ, структура северо-таежных лесов, классификация лесных сообществ*

В северо-таежных лесах печеночники являются постоянным компонентом растительных сообществ, но очень часто их ценотическая роль недооценивается. В геоботанических описаниях эта группа или вовсе упускается из внимания, или отмечаются лишь наиболее обычные и крупные печеночники, а мелкие и сложные в определении виды не учитываются в анализе состава сообществ. Это связано с малоизвестностью группы, недостатком специалистов и, чаще всего, с рассеянным распространением печеночников среди других мохообразных. Между тем, для оценки биоразнообразия лесов, для поиска и выделения участков высокой биологический ценности, для планирования природоохранных мер необходим полный учет состава сообществ, включая печеночники. Экологический анализ лесных гепатикофлор и выделение эколого-ценотических групп печеночников может помочь при выявлении структуры разнообразия различных типов леса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для сообщения послужили сборы печеночников, выполненные в полевые сезоны 2004-2011 годов маршрутным методом на территории горных массивов Лапландского заповедника: Сальные тундры, Чуна-тундра, Монче-тундра, Нявка-тундра. В лесах проводили краткие описания растительности и описания местообитаний видов. Для объединения парциальных гепатикофлор в группы использовали программный модуль «GRAPHS» (Новаковский, 2007), разработанный для ускорения обработки геоботанических описаний при классификации растительности и визуального представления результатов в виде графов. Был использован качественный коэффициент Серенсена – Чекановского. Названия видов печеночников даются в соответствии с последним списком печеночников России (Konstantinova, Bakalin et al., 2009). Образцы печеночников занесены в базу данных по мохообразным Мурманской области и хранятся в гербарии мохообразных ПАБСИ (KPABG).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Поскольку цель данного сообщения – анализ распределения в растительных сообществах

Боровичев Евгений Александрович, инженер лаборатории флоры и растительных ресурсов; и.о. м.н.с. лаборатории наземных экосистем E-mail: borovichyok@mail.ru; *Королева Наталья Евгеньевна*, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории флоры и растительных ресурсов E-mail: flora012011@yandex.ru

печеночников, мы отступили от принятых в геоботанике требований типизации сообществ лишь на основе признаков растительности и также использовали признаки местообитания, наиболее важные для печеночников (такие, как количество валежа, наличие водотоков, степень каменистости субстрата и т.д.). В лесах Лапландского заповедника мы выделили 37 типов на основе состава и структуры растительности и признаков местообитания. Некоторые из типов сообществ совпадают с уже описанными на Кольском п-ове синтаксонами (Regel, 1923; Некрасова, 1935; Цинзерлинг, 1934; Аврорин и др., 1936; Боброва, Качурин, 1936; Нешатаев, 1989; Нешатаев, Нешатаева, 2002; Исаева, Костина, 2008; Костина, Исаева, 2006), некоторые представляют собой их экологические варианты, переходы между двумя типами сообществ либо динамические стадии.

Для выполнения эколого-флористического анализа печеночники всех местообитаний и микроместообитаний в пределах **одного типа биотопов** (одного типа растительных сообществ уровня ассоциации доминантной классификации) были объединены в один массив. Эту совокупность видов печеночников в одном типе растительных сообществ мы рассматриваем как ценофлору печеночников, следуя Б.А. Юрцеву и Р.В. Камелину (1991).

Ценофлора печеночников может включать различные субстратные группы видов, например, эпигеиды, эпифиты на мхах, эпиксилы, виды на каменистых местообитаниях, и т.д. Объединение различных субстратных групп в одну ценофлору основано на том допущении, что различные субстратные группы в лесном фитоценозе испытывают влияние фитосреды, создаваемой эдификаторной древесной синузией. Данный принцип соблюдается в отношении видов сосудистых растений, и такое объединение в пределах одной пробной площади совместно произрастающих, но различающихся экологически, и разделенных пространственно (в соответствии со структурой фитоценоза) видов происходит при выполнении обычного геоботанического описания. Затем массив из 31 ценофлоры, в котором столбцы – биотопы, строки – это виды, подвергли кластеризации с помощью программного модуля «GRAPHS» (Новаковский, 2004), в результате были получены 6 объединенных парциальных флор (ОПФ).

ОПФ печеночников лишайниковых сосняков на сильно и умерено дренированных почвах (15 видов). Специфических видов не отмечено, группа состоит из широко распространенных в заповеднике видов. Наиболее часты *Barbilophozia lycopodioides, Cephalozia bicuspidata*, *Gymnomitrion concinnatum, Isopaches bicrenatus, Ptilidium ciliare, P. pulcherrimum* и *Tetralophozia setiformis.*

ОПФ печеночников заболоченных кустарничково-сфагновых сосновых лесов и облесенных окраек олиготрофных сфагновых болот. Это маловидовые ценофлоры (в среднем 13, всего 34 вида). Специфических видов нет. Группа включает как широко распространенные в лесах виды (*Barbilophozia hatcheri, B. lycopodioides, Blepharostoma trichophyllum, Cephalozia bicuspidata, Ptilidium ciliare, P. pulcherrimum, Neoorthocaulis floerkei, Lophozia ventricosa* var. *longiflora*), так и виды, характерные для заболоченных экотопов (*Cladopodiella fluitans, Calypogeia sphagnicola, Cephalozia loitlesbergeri*, *Cephaloziella spinigera, Gymnocolea inflata, Mylia anomala, Odontoschisma elongatum, Schljakovia kunzeana, Scapania irrigua, S. uliginosa, S. subalpina).* Третью группу составляют виды, «идущие» в лес по тропам и «каменистым коридорам» *Anthelia juratzkana, Diplophyllum taxifolium, Scapania scandica, S. curta* и *Tetralophozia setiformis*.

ОПФ печеночников сосновых и елово-сосновых кустарничково-зеленомошных лесов (в среднем 19, всего 35 видов). В напочвенном покрове наиболее часто встречаются *Barbilophozia lycopodioides, Sphenolobus minutus, Schljakovia kunzeana* и *Ptilidium ciliare*. На обнаженной почве растут *Calypogeia integristipula, C. neesiana, Scapania mucronata*, *Pellia neesiana* и *Marchantia polymorpha*. На поваленных стволах и комлях деревьев поселяются *Barbilophozia hatcheri*, *Cephalozia bicuspidata, C. lunulifolia, C. leucantha, Lophozia guttulata, Lophoziopsis longidens*, *Ptilidium pulcherrimum, Schistochilopsis incisa* и *Riccardia latifrons*. Отмечен один вид (*Cephaloziella rubella*), включенный в Красную книгу Мурманской области (2003).

ОПФ печеночников мезофитных кустарничково-зеленомошных ельников (среднее богатство 28, всего 50 видов). Наиболее высокое постоянство имеют *Barbilophozia barbata, Lophocolea heterophylla* и *Lophozia silvicola*. На влажной почве и подстилке *Barbilophozia lycopodioides* может образовывать плотные ковры с примесью других видов печеночников, в сырых местах это *Schljakovia kunzeana*, *Ptilidium ciliare* и, *Obtusifolium obtusum*, на повышениях микрорельефа – *Barbilophozia barbata* и *Neoorthocaulis floerkei. Neoorthocaulis floerkei* может занимать большие площади в кустарничковых типах леса, в его плотных коврах встречаются *Barbilophozia lycopodioides, Ptilidium ciliare* и *Tritomaria quinquedentata*. На почвенных обнажениях обычно растут *Calypogeia integristipula, C. muelleriana, C. neesiana, Cephalozia pleniceps, Chiloscyphus polyanthos, Lophocolea heterophylla, L. minor, Marchantia polymorpha* и *Pellia neesiana*. На опаде и в лужицах в ветровальных ямах растут *Lophocolea heterophylla, L. minor, Riccardia chamaedryfolia* и *R. multifida.* На выгоревшей почве кострищ и гарей часто встречается только один вид, *Marchantia polymorpha*, который обычно образует сплошной ковер. В этих лесах выявлено семь охраняемых видов: *Scapania parvifolia* из Красной книги мохообразных Европы (Red data book…, 1995), *Nardia breidleri* из Красной книги РФ (2008), *Cephaloziella rubella, Diplophyllum obtusifolium, Nardia japonica* и *Radula complanata* из Красной книги Мурманской области (2003).

ОПФ печеночников кустарничково-разнотравных приручьевых ельников (в среднем 44, всего 88 видов). Сложная структура сообществ и множество местообитаний, доступных для печеночников (поваленные деревья, сырой валеж, заполненные водой ветровальные ямы, прирусловые каменистые участки), объясняют исключительное богатство ценофлор приручьевых лесов. На поваленных стволах растут ряд облигатных в Мурманской области эпиксильных видов – *Calypogeia suecica*, *Crossocalyx hellerianus*, *Lophozia ascedens*, *Nowellia curvifolia*, *Riccardia palmata*, *Scapania apiculata*, *S. umbrosa* и *Tritomaria exsectiformis*, диагностирующие эту группу сообществ. Кроме того, 24 вида собрано на древесных субстратах в переувлажненных условиях и в заполненных водой ветровальных ямах. Большинство из них – распространенные в области печеночники с широкой экологической амплитудой: *Barbilophozia hatcheri*, *Blepharostoma trichophyllum, Cephalozia lunulifolia*, *C. pleniceps, Harpanthus flotovianus, Obtusifolium obtusum*, *Pellia neesiana, Plectocolea obovata, Pleurocladula albescens, Scapania irrigua, S. paludicola* и *Solenostoma confertissimum.* В пойменных лесах выявлено 11 видов из Красной книги Мурманской области (2003) – *Cephaloziella rubella, Crossocalyx hellerianus, Lophozia ascendens, Metzgeria furcata, Protolophozia elongata, Radula complanata, Riccardia multifida, R. palmata* и *Scapania umbrosa*. *Nardia breidleri* и *Protolophozia elongata* внесены в Красную книгу РФ (2008), *Lophozia ascendens* и *Protolophozia elongata*) – в Красную книгу мохообразных Европы (Red data book…, 1995).

ОПФ печеночников заболоченных ельников (в среднем 37, всего 54 вида). В этих сообществах печеночники (например, *Harpanthus flotovianus, Saccobasis polita, Scapania irrigua, S. paludicola, S. uliginosa S. subalpina, S. undulata*) могут играть заметную роль в напочвенном покрове, иногда преобладая наряду со сфагновыми мхами. Наиболее часто встречаются *Calypogeia muelleriana, C. sphagnicola, Cephalozia loitlesbergeri, Cladopodiella fluitans, Mylia anomala* и *Odontoschisma elongatum,* реже *Gymnocolea inflata.* Более возвышенные участки занимают *Barbilophozia hatcheri, B. lycopodioides, Neoorthocaulis floerkei, N. attenuatus* и *Obtusifolium obtusum*. На валеже и гниющей древесине обычны *Cephalozia leucantha, C. lunulifolia, Lophozia guttulata, Lophocolea heterophylla, Lophoziopsis longidens*, *Ptilidium pulcherrimum* и *Schistochilopsis incisa*. Довольно редки в этой ценофлоре *Aneura pinguis, Cephaloziella spinigera, Moerckia flotoviana, Riccardia latifrons, Schistochilopsis grandiretis, Schljakovia kunzeana* и *Schljakovianthus quadrilobus*. Отмечены *Scapania parvifolia* из Красной книги мохообразных Европы (Red data book…, 1995) и, единично, на валеже и гниющей древесине, *Riccardia palmata* и *Crossocalyx hellerianus* из Красной книги Мурманской области (2003).

Флора печеночников лесов Лапландского заповедника разнообразна и богата. Объединенная ценофлора даже наиболее бедных сухих лишайниковых сосняков включает 15

видов, а в наиболее богатых приручьевых ельниках – 88 видов печеночников. Игнорирование печеночников при исследовании лесов ведет к неполноте выявления их разнообразия. В геоботанических описаниях, к примеру, кустарничково-зеленомошных лесов в средних условиях почвенного богатства и увлажнения должно присутствовать не менее пятнадцати-двадцати, а в описаниях приручьевых кустарничково-травяных лесов – не менее тридцати-сорока видов печеночников. Очевидно, что полное выявление видового состава печеночников в сообществе возможно лишь при участии специалиста-гепатиколога – причем не только на стадии обработки, но и на стадии сбора материала.

Некоторые виды печеночников, как, например, *Ptilidium ciliare*, присутствуют во всех объединенных ценофлорах или почти во всех, кроме самых сухих, лишайниковых сосняков - *Barbilophozia hatcheri, Barbilophozia lycopodioides, Lophozia ventricosa* и *Schljakovia kunzeana*. Некоторые из них имеют в сообществах большое проективное покрытие. Приводимые как характерные для ельников кустарничковых зеленомошных (асс. ***Eu-Piceetum myrtilletosum*** K.-Lund 1962) *Barbilophozia lycopodioides* и *Obtusifolium obtusum*, на самом деле, – виды с широкой экологической амплитудой: первый вид обычен почти во всех еловых и сосновых лесах, кроме самых сухих, а второй – в еловых и елово-березовых влажных лесах. Аналогично, виды, входящие в диагностические комбинации классов и союзов сфагновых и травяно-гипновых болот (*Cladopodiella fluitans*, *Mylia anomala*, *Scapania irrigua*) на самом деле обычны (и местами обильны) в приручьевых и в заболоченных лесах.

Важной особенностью печеночников является то, что ведущим фактором их распределения является принадлежность не к сообществу, а к какому-либо типу субстрата. Так, в леса проникает ряд видов печеночников, более обычных в тундрах или по берегам водоемов, по «каменистым» и/или «водным» коридорам. На камнях в условиях избыточного увлажнения поселяются *Plectocolea obovata, Scapania irrigua, S. subalpina, Protolophozia elongata*, *Scapania lingulata*. На сырых камнях и мелкоземе по берегам ручьев нередко встречаются *Anthelia juratzkana*, виды рода *Scapania* (чаще всего *S. irrigua*, *S. subalpina, S. uliginosa*). По трещинам и расщелинам между камнями поселяются широко распространенные печеночники: плотные коврики образует *Diplophyllum taxifolium,* как примесь встречаются *Anthelia juratzkana, Gymnomitrion concinnatum, Pseudolophozia sudetica* и *Pleurocladula albescens.* В трещинах и расщелинах в скалах, на глыбах и валунах поселяются *Blepharostoma trichophyllum*, *Sphenolobus minutus, Tritomaria quinquedentata* и *Tetralophozia setiformis*. Таким образом, субстратный анализ является необходимой частью при обработке геоботанических описаний, содержащих печеночники (что справедливо и, в целом, для других криптогамных растений)

Тем не менее, состав лесных ценофлор печеночников фитоценотически обусловлен, и даже без участия сосудистых растений и мхов, лишь по их составу, лесные сообщества разделяются на группы, в общих чертах, соответствующие ассоциациям эколого-флористической классификации либо группам ассоциаций доминантной. Причем гепатикофлоры лесных сообществ объединяются в группы на основании, как присутствия диагностических групп видов, так и их отсутствия. Так, в группе ценофлор сухих лишайниковых сосняков нет специфических, диагностических видов, это самая бедная объединенная гепатикофлора. В самой богатой объединенной ценофлоре печеночников елово-березовых и еловых лесов в долинах рек и ручьев отмечено наибольшее количество диагностических видов.

Благодарим В.А. Костину и Л.Г. Исаеву за прочтение рукописи и высказанные советы. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проекты № № 09-04-00281-а и подпрограммы «Биоразнообразие» программы Президиума РАН «Биоразнообразие и динамика генофондов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аврорин Н.А., Качурин М.Х., Коровкин А.А.* Материалы по растительности Хибинских гор // Тр. СОПС АН СССР., сер. Кольская. 1936. Вып. 2. С. 3–95.

2. *Боброва Л.И., Качурин М.Х.* Очерк растительности Монче-тундры // Тр. СОПС АН СССР, сер. Кольская. 1936. Вып. 2. С. 95−121.

3. *Исаева Л.Г., Костина В.А*. Разнообразие растительности сосновых лесов Мурманской области // Северные территории России: проблемы и перспективы развития. Материалы Всерос. конф. с международ. участием. Архангельск, 2008. С. 539-542.

4. *Костина В.А., Исаева Л.Г.* Еловые леса природно-заповедного фонда Мурманской области // Современное состояние и перспективы развития особо-охраняемых территорий Европейского Севера и Урала. Сборник материалов науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Печоро-Илычского заповедника. Сыктывкар, 2006. С. 81-85.

5. Красная книга Мурманской области. Мурманск: Мурманское книжное издательство, 2003. 400 с.

6. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.

7. *Некрасова Т.П.* Очерк растительности Лапландского заповедника // Тр. Ленингр. общества естествоиспыт. 1935. Т. 64. Вып. 2. С. 239–272.

8. *Нешатаев В.Ю.* Березовые криволесья юго-восточной части Чуна-тундры. // Флора Севера и растительные ресурсы европейской части СССР. Тез докл. Научн. Сес. Архангельск, 1989. 96 с.

9. *Нешатаев В.Ю., Нешатаева В.Ю.* Синтаксономическое разнообразие сосновых лесов Лапландского заповедника // Ботан. журн. 2002. Т. 87, № 1. С. 99–121.

10. *Новаковский А.Б.* Возможности и принципы работы программного модуля «GRAPS». Сыктывкар, 2004. 28 с.

11. *Цинзерлинг Ю.Д*. География растительного покрова северо-запада Европейской части СССР. Л.: изд-во АН СССР, 1934. 378 с.

12. *Юрцев Б.А., Камелин Р.В*. Основные понятия и термины флористики. Учебное пособие по спецкурсу. Пермь: Пермский государственный университет, 1991. 80 с.

13. *Konstantinova N.A., Bakalin V.A., Andreeva E.N., Bezgodov A.G., Borovichev E.A., Dulin M.V., Mamontov Yu.S.* Checklist of liverworts (Marchantiophyta) of Russia // Arctoa. 2009.Vol. 18. P. 1–63.

14. Red Data Book of European Bryophytes. Trondheim, 1995. 290 p.

15. *Regel K.* Die Pflanzendecke der Halbinsel Kola // Memories de la faculte des sciences de l'universite de Lithuanie. Tail 2. Lapponia Ponoensis, 1922. 1923. P. 164–293.

EXPERIENCE IN THE ANALYSIS OF THE LIVERWORTS FOREST COENOFLORAS OF LAPLAND STATE NATURE RESERVE (MURMANSK REGION)

© 2012 E.A.Borovichev[1,2], N.E.Koroleva[1]

[1] Avrorin`s Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Center RAS (PABGI KSC RAS)
[2] Institute of the Industrial Ecology Problems of the North of the Kola Science Center RAS (INEP KSC RAS)

Ecological and coenological analysis of forest liverworts in Lapland State Reserve resulted in 6 coenofloras, which are characterized in this paper. The poorest liverworts flora was discovered in lichen-dominated pine forests (15 species), the richest one was in tall herbs-dominated riverine spruce- and birch forests (88 species). Basing on groups of liverworts species one could distinguish forest communities groups, which correspond to associations in floristic and groups of associations in dominant classification.

Key words: *Ecological and coenological analysis, liverworts, Lapland State Reserve, groups of forest communities, structure of northern taiga communities, classification of forest communities*

Borovichev Evgene, engineer of Lab. of Flora and Vegetation PABGI KSC RAS, junior researcher of Lab. of Terrestrial Ecosystems; E-mail: borovichyok@mail.ru; *Koroleva Natalia*, PhD, senior researcher of Lab. of Flora and Vegetation PABGI KSC RAS, E-mail: flora012011@yandex.ru

УДК 581.55:502.753 (477.82)

РЕДКИЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА ВОЛЫНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ (УКРАИНА) И ИХ ОХРАНА

© 2012 В.В. Дацюк

Институт ботаники им. Н. Г. Холодного НАН Украины
Отдел геоботаники и экологии

В данной статье подается характеристика редких растительных сообществ Волынской возвышенности (Украина), занесенных в Зеленую книгу Украины в разных фитосистемах региона.
Ключевые слова: *сообщества, раритетный фитоценофонд, охрана, Зеленая книга*.

Сохранение биоразнообразия природных экосистем является одной из важнейших проблем современности не только на Украине, но и во всем мире. Растительные сообщества под влиянием различных факторов, в том числе и человеческого, меняют свои структуры, и становятся весьма уязвимыми, а впоследствии могут совсем исчезнуть. Поэтому важным направлением становится изучение редких сообществ, их постоянный мониторинг и картографирование с целью выявления динамических процессов в их структуре и с перспективой их дальнейшей охраны.

Проблеме охраны редких сообществ посвящены многие труды таких ученых Украины, как С.М. Стойко, Ю.Р. Шеляг-Сосонко, Т.Л. Андриенко, Я.П. Дидух, Л.А. Тасенкевич, Л.И. Милкина, В.С. Ткаченко, Д.В. Дубына, П.М. Устименко, С.Ю. Попович и др. Все они внесли большое вклад в развитие украинской синфитосозологии. Значительным успехом был выход издания «Зеленая книга Украинской ССР: редкие, исчезающие и типичные, нуждающиеся в охране растительные сообщества» (1987). Её проект был представлен Ю.Р. Шелягом-Сосонком и Т.Л. Андриенко на VII-м съезде Всесоюзного ботанического общества в 1983 году. Это событие стало важным историческим этапом в развитии синфитосозологии на Украине и за её пределами.

Значительным успехом в деле охраны растительности стал также выход нового издания «Зелёной книги Украины» (2009 г.), как государственного документа по охране редких и типичных растительных сообществ. В её основу положен принцип доминантной классификации растительности. В оценке редких растительных сообществ лежит метод синфитосозологической оценки, позволяющий выделять редкие фитоценозы [8, 13]. Эта методика позволяет устанавливать ценотическое разнообразие с позиции созологической ценности растительности. Сообщества в Западной Европе классифицируют по флористическому принципу, поэтому важным моментом является составление единственной унифицированной системы по охране растительных сообществ.

На Украине существует проблема составления и выделения растительных сообществ на флористической основе, поскольку геоботанические традиции и недостаточное накопление фактического материала пока не дает это сделать в полной мере, на что следует обратить особое внимание в будущем при дальнейших исследованиях и составлении новых редакций «Зеленых книг» [2]

Нами проанализированы редкие растительные сообщества Волынской возвышенности на основе принципов сифитосозологической оценки, которые использованы в Зеленой книге Украины (2009). В основу анализа положены собственные материалы экспедиционных исследований и литературные источники [4-6, 8, 9, 11, 12].

Волынская возвышенность в географическом отношении занимает северо-западную часть Украины, в региональном – южные части Волынской и Ровенской областей, и незначительные площади северных частей Львовской и Хмельницкой областей.

В геоморфологическом отношении территория Волынской возвышенности представляет

Дацюк Вадим Викторович, аспирант отдела геоботаники и экологии, E-mail: vdacuk@.ukr.net

собой продолжение Подольской возвышенности, а последняя – продолжение Люблинской возвышенности, соединяющейся с Килецко-Сандомирской и Краковско-Ченстоховской возвышенностями Польши.

Согласно флористическому районированию Б.В. Заверухи [7], Волынская возвышенность принадлежит к Люблинско-Волынско-Малополесскому округу Люблинско-Волыно-Подольской подпровинции Центральноевропейской провинции Европейской области.

Природная растительность сохранилось на незначительны площадях, и составляет всего 15 %. Леса занимают 10 %, луга – 3 %, болота – 2 %. Характер распространения растительности по территории возвышенности является неравномерным – она сосредоточена преимущественно в западной и восточной частях.

Согласно современного геоботанического районирования, Волынская возвышенность принадлежит к Европейской широколиственной лесной области Центральноевропейской провинции широколиственных лесов Южнопольсько-Западноподольской подпровинции широколиственных лесов Люблинско-Волынского округа грабово-дубовых, дубовых лесов и остепненных лугов [1].

Раритетный фитоценофонд региона представлен 34 ассоциациями лесной, болотной, степной и водной растительности.

Лесная растительность репрезентирована двумя раритетными ассоциациями *Pinetum (sylvestris) caricosum (humilis)* и *Carpineto (betuli)– Quercetum (roboris) hederosum (helicis).*

Первая ассоциация является дериватами реликтовых лесов, и характеризуется редким типом ассоциированности эдификатора с доминантом в травостое реликтового степного вида *Carex humilis* Leyss. Она принадлежит к бореальным светлохвойным лесам с локальным распространением. На Украине отмечена во Львовской, Тернопольской и Ровенской областях, указывается также для Донецкой области. Вторая характеризируется редким типом ассоциированности господствующих видов древесного яруса с доминантом травяно-кустраничкового яруса – реликтовым видом *Hedera helix* L. Фитоценозы находятся на северно-восточной границе их распространения и на Украине встречаются только в западной части Подольской и Волынской возвышенности, Закарпатской низменности и в Предкарпатье.

Для региональной охраны нами предложены следующие сообщества: *Quercetum (roboris) hederosum (helicis), Carpinetum (betuli) vincosum (minoris), Carpineto (betuli)–Quercetum (roboris) vincosum (minoris), Querceto (roboris)–Fraxinetum (excelsioris) hederosum (helicis).* Их выделение обусловлено тем, что они встречаются спорадически и в их травянисто-кустарниковым ярусе доминируют реликтовые виды *Hedera helix* и *Vinca minor* L., которые имеют тенденции к сокращению площадей произрастания.

Степная растительность представлена семью ассоциациями, которые принадлежат к трем формациям. Степные раритетные фитоценозы расположены здесь на северной границе ареала. Они характеризируются обычным типом ассоциированности доминантов, аутфитосозологической (*Stipa capillata* L., *Stipa pennata* L.) и ботанико-исторической (*Carex humilis*) ценностю эдификаторов. Преобладают луговые разнотравно-злаковые и разнотравно-низкоосоковые фитоценозы [6, 9]. Доминирующие виды *Stipa capillata* и *Stipa pennata* охраняются согласно «Красной книге Украины» (2009) [3].

Фрагменты степной растительности Волынской возвышенности являются продолжением степей Подолья и представляют собой интразональные элементы [10].

Болотная растительность представлена пятью формациями: *Betuleta humilis, Schoeneto (ferruginei)-Hypneta, Cladieta marisci, Cariceta davallianae, Cariceta paniculatae.* Формация *Betuleta humilis* представлена двумя раритетными ассоциациями, она характеризируется редким типом асоциированности доминантов. *Betula humilis* Schrank является бореальным реликтовым видом на южной границе ареала, занесенным в Красную книгу Украины [3]. Формация *Schoeneto (ferruginei)-Hypneta* репрезентирована шестью ассоциациями с редким типом ассоциированности доминантов. *Schoenus ferrugineus* L. является среднеевропейским

видом редкой группы карбонатных болот, занесенным в Красную книгу Украины и находится на восточной границе ареала. Сообщества формации *Cladieta marisci* (ассоциация *Cladieto (marisci)-Schoenetum (ferruginei)*) характеризируются уникальным и редким типом ассоциированности доминанта и содоминанта, которые занесены в Красную книгу Украины. Эти фитоценозы имеют локальное распространение и обладают ботанико-географической значимостью [3]. Формация репрезентирована пятью ассоциациями, которые находятся на разных сукцессионных стадиях. Фитоценозы *Cariceta paniculata* представлены двумя ассоциациями. В Украине они расположены на юго-восточной границе ареала и произрастают на осоково-гипновых болотах. Образованы средиземноморско-центральноевропейским видом *Carex paniculata* L. В Украине данный тип болот встречается в Карпатах на так называемых «висячих болотах» и в равниной части широколиственной зоны (Ровенская и Львовская области). Они характеризуются низкой региональной репрезентативностью. Ассоциации с участием *Carex davalliana* Smith характеризуются редким типом ассоциированности доминанта, который принадлежит к центральноевропейским видам, занесенным в Красную книгу Украины [3]. Данные сообщества встречаются на карбонатных болотах Средней и Атлантической Европы, в Украине они находятся на восточной границе ареала. На Волынской возвышенности представлено пять ассоциаций данной формации. Карбонатные болота Волынской возвышенности по составу фитоценозов и флористическим особенностям связаны с эвтрофными болотами Западной Европы [3, 9].

Водные редкие сообщества на Волынской возвышенности представлены тремя формациями: *Nuphareta luteae, Nymphaeeta albae, Nymphaeeta candidae,* насчитывает в своем составе пять ассоциаций. Они характеризуются обычным типом ассоциированности и низкой региональной репрезентативностью [8, 9].

Таким образом, на территории Волынской возвышенности произрастают раритетные сообщества, относящиеся к 34 ассоциациям, которые представляют лесную, степную, болотную и водную растительность. Важными задачами в будущем является включение их местопроизрастаний в состав природно-заповедного фонда, организация экологического мониторинга и природно-экономического менеджмента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дідух Я.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р*. Геоботанічне районування України та суміжних територій // Укр. ботан. журн. – 2003. – Т. 60, № 1. – С. 6–17.
2. *Дідух Я.П., Соломаха В.А*. Проблеми дослідження рідкісних рослинних угруповань України в аспекті класифікації Браун-Бланке // Укр. фітоцен. зб. – Київ, 1996. – Сер. А, вип. 2. – С. 3–5.
3. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
4. *Попович С.Ю.* Синфітосозологія лісів України.– К.: Академперіодика, 2002. – 228 с.
5. Раритетні фітоценози західних регіонів України (Регіональна «Зелена книга») / Стойко С.М., Мілкіна Л.І., Ященко П.Т. та ін. – Львів: Поллі, 1998. – 190 с.
6. *Стойко С.М., Шеляг-Сосонко Ю.Р.* Раритетний фітоценофонд України та концепція національної Зеленої книги // Укр. ботан. журн. – 2005. – Т. 62, № 5. – С. 611– 623.
7. *Заверуха Б.В*. Флора Волыно-Подолии и ее генезис.– К.: Наук. думка, 1985.– 192 с.
8. Зеленая книга Украинской ССР: Редкие, исчезающие и типичные нуждающиеся в охране растительные сообщества / Под общ. ред. Ю.Р. Шеляга-Сосонка – К.: Наук. думка, 1987. – 216 с.
9. Зелена книга України / Під заг. ред. Я.П. Дідуха. − К.: Альтерпрес, 2009. − 448 с.
10. *Мельник В.И.* Экстразональная степная растительность Волынской возвышенности и ее ботанико-географические связи с луговыми степями Западной и Восточной Европы // Ботан. журн. – 1993. – Т. 78, № 2. – С. 28–38.

11. *Устименко П.М., Шеляг-Сосонко Ю.Р., Вакаренко Л.П.* Раритетний фітоценофонд України – К.: Фітосоціоцентр, 2007. – 268 с.
12. *Шеляг-Сосонко Ю.Р., Устименко П.М., Попович С.Ю., Вакаренко Л.П.* Зелена книга України. Ліси. – К.: Наук. думка, 2002. – 225 с.
13. *Шеляг-Сосонко Ю.Р., Андрієнко Т.Л.* Проблеми охорони рідкісних рослинних угруповань України // Укр. ботан. журн. – 1996. – Т. 53, № 3. – С.9–11.

RARE PLANT COMMUNITIES OF VOLYN'S PLATEAU AND PROTECTION OF IT (UKRAINE)

In this article the author give the characteristics of rare plant communities of the Volyn's Upland (Ukraine), which can be found in the different phytosystems of the region and are listed in the Green Data Book of Ukraine.
Key words: *community, rare herbal tsenofond, security, the Green Book.*

Datsyuk Vadim Viktorovich Postgraduate of Department of Geobotany and Ecology. E-mail: vdacuk@.ukr.net

УДК 581.9:581.526.52(477)

СИНТАКСОНОМИЯ ГАЛОФИТНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ УКРАИНЫ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

© 2012 Т.П. Дзюба

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины

Охарактеризованы основные проблемы синтаксономии галофитной растительности Украины, намечены первоочередные задачи и перспективы дальнейших исследований.

Ключевые слова: *галофитная растительность, синтаксономия, Украина*

Галофитная растительность Украины отличается синтаксономическим богатством и разнообразием. Она насчитывает 86 ассоциаций, которые объединены в 21 союз, 8 порядков и относятся к семи классам: ***Bolboschoenetea maritimi*** **Vicherek et R. Tüxen 1969 ex R. Tüxen et Hülbusch 1971**, ***Thero-Salicornietea*** **R. Tüxen in R. Tüxen et Oberdorfer 1958**, ***Salicornietea fruticosae*** **Br.-Bl. et Tx. ex A. et O.Bolòs 1950**, ***Festuco-Puccinellietea*** **Soó ex Vicherek 1973**, ***Crypsidetea aculeatae*** **Vicherek 1973**, ***Juncetea maritimi*** **Tx. et Oberdorfer 1958**, ***Scorzonero-Juncetea gerardii*** **Golub, Karpov, Lysenko, Bazhanova 2001**. Основное разнообразие растительности составляют ценозы классов ***Festuco-Puccinellietea*** (2 порядка, 8 союзов, 36 ассоциаций), ***Juncetea maritimi*** (1 пор., 1 союз, 11 асс.), ***Thero-Salicornietea*** (1 пор., 2 союза, 10 асс.), ***Scorzonero-Juncetea gerardii*** (1 пор., 2 союза, 11 асс.), которые составляют почти 70% всех сообществ и занимают наибольшие площади. В Украине галофитная растительность распространена преимущественно на территории прямого воздействия моря, в депрессиях (подах и т.п.), на засоленных почвах пониженных участков вблизи постоянных или сезонных водоемов, прилиманных берегах, в локальных глубоких понижениях приморских дюн, междюнных депрессиях (побережье Черного и Азовского морей, Присивашье), в районах континентального климата на аккумулятивных типах поверхности (низинах и нижних террасах рек, террасах озер) (левобережные террасы среднего Днепра), а также на участках чрезмерной пастбищной дигрессии и территориях, лишенных промывного режима (в частности, в долине Дуная вследствие мелиоративных работ). Ведущими факторами пространственного распределения галофитных сообществ являются тип и степень засоления, а также режим увлажнения.

Галофитная растительность является основной составляющей засоленных экосистем, она выполняет исключительно важную экологическую, ресурсную и стабилизирующую роль, обеспечивает сохранение биотического и ландшафтного разнообразия. Часто галофитные фитоценозы начинают эколого-ценотические ряды растительности, способствуют развитию почвенного покрова, чем создают предпосылки для дальнейшего развития фито- и зоосистем. Их индикаторные свойства успешно используются в мониторинговых исследованиях природных процессов.

Антропогенная галофитизация земель вследствие орошения, чрезмерного выпаса и рекреации, проблемы их фитомелиорации, охрана и сохранение эталонных участков всех зональных типов растительности, в т.ч. галофитной, ставят в ранг актуальных изучение распространения, структуры и динамики галофитной растительности. Также в связи с глобальным потеплением прогнозируется в целом аридизация климата и расширение площадей засушливых регионов, а следовательно, и занятых галофитной растительностью. Поэтому исследование флористического и ценотического разнообразия растительного покрова современных галофитных экосистем представляет значительный интерес.

В настоящее время растительность и флора засоленных территорий Украины являются достаточно изученными. Опубликованы работы как в целом для данного региона, так и по

Дзюба Татьяна Павловна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. E-mail: tdziuba@mail.ru

отдельным территориям, которые в целом были обобщены в томе "Галофитная растительность" издания "Растительность Украины" [8]. Изданы обзоры некоторых классов галофитной растительности, включающие территорию Украины [3, 12, 13]. Однако, следует отметить, что, несмотря на значительное количество публикаций, современное распространение и особенности растительного покрова засоленных экотопов до сих пор изучены недостаточно. Полнее исследованы приморская и левобережная материковая части Украины, Присивашье и Крым, меньше – правобережная, особенно лесостепная зона. Остаются без должного внимания исследователей территории, на которых вследствие ирригационного строительства развивается вторичная галофитная растительность. Это, прежде всего, увлажненные вследствие поднятия грунтовых вод участки вдоль магистральных водоснабжающих каналов, вблизи водохранилищ Днепровского каскада (Каховского, Кременчугского), многочисленных балок, подов, находящихся в зоне их воздействия. До настоящего времени полностью не установлено многообразие галофитной флоры в целом на территории Украины и отдельных геосистем, прежде всего речных террас. В частности, предположительно, на солончаках континентальной части, помимо *Suaeda prostrata* Pallas, должна встречаться *Suaeda pannonica* G. Beck, или восточный викариант этого вида – *Suaeda corniculata* (C.A. Meyer) Bunge и др. На засоленных почвах должны также произрастать, кроме *Bolboschoenus maritimus*, другие виды этого рода, в частности, секций *Browningia*, *Mediani* и *Bolboschoenus* [4]. Остаются также недостаточно выясненными вопросы происхождения и эволюции представителей галофитной флоры. Наиболее полно филогенетическо-таксономическая диференциация выявлена лишь для видов семейства *Chenopodiaceae* (роды *Chenopodium, Salsola, Amaranthus*) [9].

С целью унификации синтаксономических схем галофитной растительности Западной и Восточной Европы необходимы единые методы обработки геоботанических описаний, которая производится в настоящее время исследователями с помощью новейших пакетов компьютерных программ. Ранее украинскими геоботаниками использовалась отечественная программа FICEN [16]. Применение нами более совершенных международных программ TURBOVEG и JUICE [14, 17], основанных на современных информационных технологиях, позволили провести критический анализ фитосоциологических данных и осуществить ревизию классификационной схемы галофитной растительности Украины. По нашему мнению, наиболее четко синтаксономическая структура определена для классов ***Thero-Salicornietea***, ***Salicornietea fruticosae***, ***Crypsidetea aculeatae***, ***Juncetea maritimi.*** Продолжаются исследования положения синтаксонов низшего и среднего рангов в пределах классов ***Festuco-Puccinellietea***, ***Bolboschoenetea maritimi***, ***Scorzonero-Juncetea gerardii***. Так, синтаксоны, ранее относившиеся к классу ***Molinio-Juncetea***, были пересмотрены. Выделены новая ассоциация ***Calamagrostio epigei-Schoenetum nigricantis*** **Dubyna et Dziuba ass. nova prov.** и новый союз ***Calamagrostio epigei-Schoenion nigricantis*** **Dubyna et Dziuba all. nova prov.**, которые предварительно помещены в класс ***Scorzonero-Juncetea gerardii***. Также к этому союзу отнесены ассоциации ***Carici distantis-Schoenetum nigricantis*** **Géhu et al. 1986** и ***Schoeno-Plantaginetum salsae*** **Soó 1957**. В сообществах указанных ассоциаций с высокой константностью встречаются как *Juncus gerardii*, так и *J. maritimus*, что говорит об их переходном характере и требует дополнительных исследований и уточнения синтаксономического положения.

В классе ***Festuco-Puccinellietea*** многими украинскими фитоценологами отмечалась ассоциация ***Limonio-Festucetum pseudodalmaticae*** **Solomakha et Shelyag-Sosonko 1984**. Как оказалось, под этим названием были описаны два различных синтаксона: ***Limonio tomentelli-Festucetum pseudodalmaticae*** и ***Limonio meyeri-Festucetum pseudodalmaticae***, различающиеся не только диагностическими видами, но и синхорологической приуроченностью. Фитоценозы первой ассоциации встречаются на глубокостолбчатых солонцах лессовых террас долин рек Левобережной Лесостепи [1, 5], второй – на солонцеватых черноземовидных и каштановых почвах приморской полосы [2, 7 и др.]. Они нуждаются в разделении и валидизации. Обработка геоботанических данных позволила нам также считать

выделенные на территории Черноморского биосферного заповедника союзы ***Kochio-Artemision austriacae*** **Umanets et I.Solomakha 1998** и ***Diantho-Milion vernale*** **Umanets et I.Solomakha 1998** [11] синтаксономическими синонимами союза ***Festucion pseudovinae*** **Soó 1933**, который объединяет сообщества остепненных лугов на солонцах и солончаках приморских территорий.

Необходимо определить место синтаксонов галофитной растительности подов биосферного заповедника "Аскания-Нова", которые авторами описаны как сообщества с участием раритетных видов *Allium regelianum* A.Becker ex Iljin и *Ferula orientalis* L., и выделены в отдельный порядок ***Carici praecoxi-Elytrigietalia pseudocaesiae*** **Solomakha, Schapoval, Vinichenko, Moisienko 2005** и одноименный союз [10].

В дальнейшем целесообразным было бы четкое определение критериев выделения синтаксонов различных иерархических рангов, устранение перекрытия отдельных единиц растительности и, в результате, объединение мелких синтаксонов, изъятие из синтаксономической системы слабо дифференцированных фитоценозов, согласование украинской галофитной синтаксономии с концепциями, принятыми в Западной Европе.

Еще остаются нерешенными вопросы валидизации некоторых синтаксонов согласно третьему изданию Международного кодекса фитосоциологической номенклатуры (***Agrostetum stoloniferae*** **Solomakha et Shelyag-Sosonko 1984** (art. 2a)**,** ***Limonio tomentelli-Festucetum pseudodalmaticae*** **Solomakha et Shelyag-Sosonko 1984** (art. 2a)**,** ***Bolboschoeno-Eleocharitetum*** **V. Golub 1983** (art. 2b, 3i, 3o)). Хотя следует отметить, что этот процесс продолжается [6, 15]. Вопросы уточнения авторства синтаксонов среднего и высшего рангов, к сожалению, испытывают затруднения в связи с недоступностью большинства зарубежных протологов.

Очень слабо представлены результаты сравнительного анализа галофитных растительных сообществ Украины с западноевропейскими и российскими синтаксонами и, в связи с этим, определение их синтаксономического статуса. Такой анализ позволит глубже изучить закономерности варьирования флористического состава и размещения ценозов, их внутреннюю вариабельность. Решению этой задачи будет также способствовать создание национальной фитосоциологической базы данных, содержащей репрезентативные геоботанические описания из различных биотопов и регионов Украины.

Материалы по синтаксономии галофитной растительности Украины будут способствовать унификации синтаксономических схем данного типа организации для Западной и Восточной Европы, ускорят создание панъевропейской синтаксономии, могут быть использованы для создания классификации засоленных экосистем. Фитосоциологический анализ полученных данных позволит приблизиться к пониманию закономерностей структурной организации и формирования растительного покрова, в частности галофитных сообществ.

Среди других, не менее важных, задач выступают: исследование закономерностей территориальной дифференциации и структурно-функциональной организации сообществ в зависимости от влияния спектра экологических факторов. Значительный интерес в этом аспекте представляет выявление различий в биологии и адаптивных стратегиях галофитов и негалофильных видов, вопрос о путях формирования парциальной флоры засоленных экотопов Украины, выявление ареалов известных синтаксонов, оценку варьирования их состава и структуры и выявление новых единиц классификации, соотношение смен растительных ассоциаций в пространстве и во времени, выявление действия различной концентрации солей и увлажнения на динамику структурной организации галофитных сообществ, а также вопросы энергетического обмена. Последнее позволит выяснить их биогеохимическую роль в экосистемах.

Необходимо расширить исследования динамики галофитной растительности, в частности под влиянием новейших антропогенных факторов (гидростроительства, расширения санаторного строительства на приморских участках, проложение трубопроводов, магистральных дорог и т. п.), и разработать их прогноз. Должны быть

установлены критические нормы антропогенной нагрузки на фитосистемы засоленных почв и разработаны системы их защиты. Актуальным вопросом является ренатурализация галофитных сообществ, а также сохранение типичных эталонных фитоценозов и охрана редких и исчезающих. Необходимо значительное расширение существующей сети территорий и создания новых объектов природно-заповедного фонда с повышением флористической и фитоценотической репрезентативности галофитной растительности, сохранение ее синфитосозологической компоненты, проведение мероприятий по поддержанию высокого уровня флористического и ценотического разнообразия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Байрак О.М.* Синтаксономія галофільної рослинності Лівобережного Придніпров'я // Укр. фітоцен. зб. К., 1997. Сер. А, вип. 2 (7). С. 68-74.
2. *Войтюк Б.Ю.* Рослинність засолених грунтів ПівнічноЗахідного Причорномор'я (сучасний стан, класифікація, напрямки трансформації, охорона). К.: Фітосоціоцентр, 2005. 224 с.
3. *Голуб В.Б., Карпов Д.Н., Сорокин А.Н., Николайчук Л.Ф.* Сообщества класса ***Festuco-Puccinellietea*** **Soó ex Vicherek 1973** на территории Евразии // Растительность России. СПб., 2005. № 7. С. 59-75.
4. *Голуб В.Б., Николайчук Л.Ф., Сорокин А.Н.* [Рецензия] Дубина Д.В., Дзюба Т.П., Нойгойзлова З., Соломаха В.А., Тищенко О.В., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Галофітна рослинність / Рослинність України. К.: Фітосоціоцентр, 2007. 315 с. // Растительность России. 2008. № 13. С. 138-144.
5. *Гомля Л.М.* Рослинність долини річки Хорол // Укр. фітоцен. зб. К., 2005. Сер. А, вип. 1 (22). 187 с.
6. *Гречушкина Н.А., Сорокин А.Н., Голуб В.Б.* Растительные сообщества классов ***Thero-Salicornietea*** и ***Salicornietea fruticosae*** на территории Азовского побережья России // Черноморск. бот. ж. 2010. **6**, № 2. С. 200-212.
7. *Дубина Д.В., Нойгойзлова З., Дзюба Т.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р.* Класифікація та продромус синтаксономічної різноманітності водойм, перезволожених територій та арен Північного Причорномор'я. К.: Фітосоціоцентр, 2004. 200 с.
8. *Дубина Д.В., Дзюба Т.П., Нойгойзлова З., Соломаха В.А., Тищенко О.В., Шеляг-Сосонко Ю.Р.* Галофітна рослинність // Рослинність України. К.: Фітосоціоцентр, 2007. 315 с.
9. *Мосякін С.Л.* Систематика, фітогеографія та генезис родини *Chenopodiaceae*: Автореф. дис. … дра біол. наук. Київ, 2003. 32 с.
10. *Соломаха В.А., Шаповал В.В., Вініченко Т.С., Мойсієнко І.І.* Фітоценотична приуроченість та стан популяцій *Allium regelianum* A.Becker ex Iljin і *Ferula orientalis* L. у регіоні біосферного заповідника "Асканія-Нова" // Чорномор. ботан. журн. 2005. **1**, № 1. С. 66-81.
11. *Уманець О.Ю., Соломаха І.В.* Синтаксономія рослинності Чорноморського біосферного заповідника. І. Урочище «Ягорлицький кут» // Укр. фітоцен. зб. К., 1998. Сер. А, № 2(11). С. 109-127.
12. *Golub V.B., Karpov D.N., Lysenko T.M., Bazhanova N.B.* Conspectus of communities of the class ***Scorzonero-Juncetea gerardii*** **Golub et al. 2001** on the territory of the commonwealth of independent states and Mongolia // Самарская Лука. Бюлл. 2003. № 13. С. 88-140.
13. *Golub V.B., Rukhlenko I.A., Sokoloff D.D.* Survey of communities of the klass ***Salicornietea fruticosae*** // Растительность России. 2001. № 2. С. 87-95.
14. *Hennekens S.M., Schaminee J.H.J.* TURBOVEG, a comprehensive database management system for vegetation data // J. Veg. Sci. 2001. **12**. S. 589-591.
15. *Lysenko T., Mucina L., Iakushenko D.* Nomenclatural notes on s aline vegetation of Ukraine, southern Russia and Kazakhstan // Lazaroa. 2011. 32. P. 187-189.
16. *Sirenko I.P.* Creation of Databases for Floristic and Phytocoenologic Researches // Укр.

фітоцен. зб. Київ, 1996. Сер. А, вип. 1. С. 6-9.
17. *Tichy L.* JUICE, software for vegetation classification // J. Veg. Sci. 2002. 13. S. 451-453.

SYNTAXONOMY OF GALOPHYTIC VEGETATION OF UKRAINE: PROBLEMS AND PERSPECTIVES

© 2012 T.P. Dziuba

M.G. Kholodny Institute of Botany NASU

The main problems of syntaxonomy of galophytic vegetation of Ukraine are characterized; the priorities and perspectives of further researches are planned.

Key words: *galophytic vegetation, syntaxonomy, Ukraine.*

Dziuba Tatiana Pavlovna, Candidate of biological sciences, the Senior Researcher. E-mail: tdziuba@mail.ru

УДК 581.5:504.73 (477.7)

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРУЕМОЙ ЭКОСЕТИ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА

© 2012 Д.В. Дубына, П.М. Устименко

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины

В работе кратко освещается законодательная база Украины по формированию национальной экосети и рассматриваются основные вопросы создания Азово-Черноморского экокоридора. Дается общая ценотическая специфика территории экокоридора и синтаксонов разных типов организации растительности. Показано богатство раритетных видов и синтаксонов. Рассмотрены основные угрозы фиторазнообразию экокоридора и подчеркивается экологическая значимость его создания в проблемном регионе.

Ключевые слова: *национальная экосеть, охрана, растительность, Азово-Черноморский экокоридор, раритетные виды и синтаксоны*

Украина имеет законодательную базу для создания национальной экосети. Это законы Украины «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі на 2000-2015 роки» (2000) и «Про екологічну мережу України» (2004). В стране разработаны научные и методологические основы создания экосети и перспективные планы разной степени детализации. Значительное внимание уделено разработке отдельных частей национальной экосети – Украинского Полесья, Лесостепи и Степи. На основании положений Всеевропейской стратегии сохранения биологического и ландшафтного разнообразия, а также международного опыта формирования экосети, разработаны принципы, определены критерии и нормативно-правовая база создания экосети Украины. В рамках интеграции Украины в Европейскую экосеть, а также для сохранения биоразнообразия в одном из наиболее угрожаемых регионов, государством запланировано создать Азово-Черноморский экокоридор. Его экосеть включает прибрежно-приморские геосистемы с прилегающими материковыми территориями. Построение экосети будет содействовать сохранению биоразнообразия в чрезмерно трансформированном регионе, объединению природно-заповедного фонда в единую сеть, а также развитию экологически и экономически выгодных форм использования природных ресурсов и сбалансированности земель разных форм использования.

Территория Азово-Черноморского экокоридора в пределах Украины охватывает весь литоральный комплекс, устьевые области рек Черного и Азовского морей, а также прилегающие степные участки Причерноморской низменности. Системой экокоридоров международного, национального и регионального уровней он соединяется в северной части с экосетями степной зоны, Украинского Полесья и Карпат, в южной – с экосетью Крыма. На территории Азово-Черноморского экокоридора и прилегающих к нему участках функционирует система объектов природно-заповедного фонда, включающая два биосферных заповедника, семь национальных природных парков, сеть региональных ландшафтных парков, государственных заказников и памятников природы, а также многочисленные заказники местного значения. Они составляют основной каркас экосети.

Черноморско-Азовоский экокоридор объединяет ключевые территории международного уровня – Дунайскую трилатеральную, Нижнеднестровскую билатеральную и Нижнеднепровскую, Сивавашскую ключевую территорию национального уровня, и регионального – Кагульскую, Кугурлуй-Ялпугскую, Катлабугскую, Китайскую, Сасыкскую, Шаганско-Алибейско-Бурнасскую, Хаджибейско-Куяльницкую, Тилигульскую, Березан-скую, Джарылгачскую, Бирючанско-Утлюкско-Молочанскую, «Обиточная коса», «Бердянская коса»,

Дубына Дмитрий Васильевич, доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела геоботаники и экологии. E-mail: geobot@ukr.net; *Устименко Павел Митрофанович*, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела геоботаники и экологии. E-mail: geobot@ukr.net

«Белосарайская коса» и «Кривая коса». Экокоридор объединяет территории международного широтного - Нижнедунайского и меридианных - Днестровского и Днепровского экокоридоров, а также национальных меридианного - Южно-Бугского и широтных - Дунайско-Днестровского, Днестровско-Днепровского, Днепровско-Сивашского и Северо-Приазовского; региональных – Кучурганского, Ингульского, Ингулецкого, Молочанского и Бердянского экокоридоров.

Общая площадь территории экокоридора составляет 14166,57 км^2, в том числе ключевых территорий (ядер) – 4917,6 км^2, буферных зон – 6743,0 км^2, соединительных коридоров 2506,0 км^2, территорий возобновления – 2476,5 км^2 [10]. За геолого-геоморфологическими характеристиками, она относится к 9 физико-географическим областям Причерноморской южно-степной провинции, Южной степной подзоны, Степной зоны Украины. Своеобразие территории связано с распространением сарматских и понтических известняков, играющих существенную роль в геоморфологическом строении речных долин и балок. Наиболее распространенными породами антропогена являются лесовые. Плейстоценовые отложения, главным образом песчаные и галечниковые, перекрываются голоценовыми. К образованиям голоценового времени относятся надморские косы и острова, пересыпи лиманов, прирусловые и приморские гряды, дюны, аллювиальные отложения долин, глинистые, глеевые и илистые отложения солоноватоводных и пресноводных водоемов.

На водораздельных участках наиболее распространенными являются темно-каштановые почвы. Своеобразие почвенного покрова региона образуют интразональные их типы и разновидности бессточных снижений – солончаковые почвы, а также азональные типы и подтипы, сформированные под влиянием абразивно-аккумуляционной деятельности Черного и Азовского морей. В устьевых областях рек Дуная, Днестра и Днепра сформировались болотные почвы. В условиях недостаточного увлажнения гидрографическая сеть территории экокоридора развита слабо. Гидрорежим рек характеризуется резко выраженным кратковременным половодьем и низким летним меженным уровнем. Большие реки – Дунай, Днестр, Южный Буг и Днепр – в пределах экокоридора имеют ограниченное количество притоков. Речные и почвенные воды имеют повышенную минерализацию, которая увеличивается в южном направлении. В приморской полосе наблюдается засоление почвенных вод. В гидрографическом отношении, территория экокоридора выделяется богатством озер. Своеобразием гидрорежима отличаются озера-лиманы в низовьях рек, а также заливы Черного и Азовского морей. Некоторые лиманы отделены от моря пересыпями, другие сохраняют с ним связь. Отличаются особенностями водоемы залива Сиваш. Они имеют большую минерализацию воды, чем в других водоемах и резко выраженные сгонно-нагонные явления.

Растительность экокоридора представлена 274 ассоциациями, которые объединяются в 59 союзов, 37 порядков и 34 класса [8]. Она представляет собой генетически разнородную совокупность разных ее типов пойменно-лесной, кустарниковой, луговой, солонцовой, солончаковой, болотной, водной, псаммофитной и синантропной. Ее развитие происходит в условиях гиперпространства экологических факторов. Среди них ведущими являются поемный режим, увлажнение, интенсивность абразионно-аккумуляционных процессов, а также степень аллювиальности, засоления и антропогенного влияния. Все это обуславливает высокий уровень, в частности β-разнообразия растительности экокоридора [6]. Наибольшим ценотаксономическим богатством и разнообразием отличается *Phragmito-Magno-Caricetea* Klika in Klika et Novák 1941 (52 ассоциации), *Potametea* Klika in Klika et Novák 1941 (34 ассоциации), *Festuco-Puccinellietea* Soó ex Vicherek 1973 (33 ассоциации) и *Festuco-Brometea* Braun-Blanquet et Tüxen ex Soó 1947 (28 ассоциаций). Больше десяти ассоциаций представлены в классах *Lemnetea* O. Bolòs et Masclans 1955, *Stellarietea mediae* R.Tüxen, Lohmeyer & Preising in R.Tüxen ex Von Rochow 1951 и *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. ex Von Rochow 1951. Классы *Ruppietea maritimae* J. Tüxen ex Den Hartog et Segal 1964, *Isoeto-Nano-Juncetea* Braun-Blanquet et Tüxen ex Braun-Blanquet et al. 1952, *Crithmo-Staticetea* Braun-

Blanqet in Braun-Blanqet, Roussine et Nègre 1952, *Alnetea glutinosae* Braun-Blanquet et Tüxen ex Westhoff et al. 1946, *Bidentetea* Tuxen et al. ex Von Rochow 1951 и *Galio-Urticetea* Passarge ex Kopecký 1969 представлены одной-двумя ассоциациями.

Ценотическая специфика территории экокоридора обусловлена ее размещением между атлантико-средиземноморскими регионами Европы и континентальными евразийскими. Субконтинентальный климат, близость моря, а также особенности геоморфоструктур обуславливают с одной стороны типичность, а с другой – специфичность синтаксонов.

Ведущими факторами территориальной и ценотической дифференциации синтаксонов пойменно-лесной и кустарниковой растительности (*Salicetea purpureae* Moor 1958, *Alnetea glutinosae*, *Franguletea* Doing ex Westhoff in Westhoff et Den Held 1969) являются поемный режим и интенсивность кольматационных процессов. Синтаксоны достаточно репрезентативно представляют этот класс в пределах южной и юго-восточной Европы [1, 12]. Формируясь в условиях длительно-поемного режима, лесные сообщества произрастают в экстремальных экологических условиях и не отличаются сложностью структуры и видовым богатством. В основном это лугово-болотные виды с небольшим участием типичных неморальных. Последние имеют значительную ботаническую ценность. Сообщества отличаются наличием редких и исчезающих видов. Среди них четыре вида – *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó, *D. majalis* (Rchb.) P.F.Hunt & Summerhayes, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *E. palustris* (L.) Crantz занесены в «Красную книгу Украины» [11], *Tragopogon borysthenicus* Artemcz. – в Европейский красный список. Флора отличается богатством эндемичных и субэндемичных видов, некоторые среди них выступают в роли диагностических для ассоциаций союзов *Galio veri-Aristolochion clematidis* Shevchyk et V. Solomakha in Shevchyk et al. 1996 и *Artemisio scopariae-Tamaricion* Simon et Dihoru 1963 (*Syrenia cana* (Piller & Mitterp.) Neilr., *Chondrilla graminea* M.Bieb., *Centaurea odessana* Prodán, *Apera maritima* Klokov, *Agrostis maeotica* Klokov и др.).

Ведущими факторами территориальной и ценотической дифференциации синтаксонов луговой растительности (*Bolboschoenetea maritimi* Vicherek et R. Tüxen 1969 ex R. Tüxen et Hülbusch 1971, *Isoeto-Nano-Juncetea*, *Juncetea maritimi* Braun-Blanquet in Braun-Blanquet, Roussine Et Nègre 1952, *Festuco-Puccinellietea*, *Scorzonero-Juncetea gerardii* Golub et al. 2001, *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tüxen 1937) являются поемный режим, его продолжительность и степень засоления. Наибольшим синтаксономическим разнообразием отличаются засоленные луга – классы *Festuco-Puccinellietea, Scorzonero-Juncetea gerardii, Juncetea maritimi, Bolboschoenetea maritimi*. Ценотаксономическая специфика луговой растительности состоит в сходстве диагностических видов высших рангов (классов и порядков) для Украины, южной и юго-восточной Европы, региональная – отображается составом диагностических видов среднего и низших рангов. Луговая растительность отличается богатством видов, имеющих причерноморский или причерноморско-каспийский ареал, а также бореальных. Последние являются редкими и исчезающими в регионе. В «Красную книгу Украины» занесены 5 видов, встречающихся в луговых ценозах. Это *Allium savranicum* Bess., *A. scythicum* Zoz, *Dianthus bessarabicus* Klokov, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Stipa borysthenica* Klok. ex Prokud.

Ведущими факторами территориальной и ценотической дифференциации синтаксонов болотной растительности (класс *Phragmito-Magno-Caricetea*) являются степень обводнения экотопов и колебание уровня воды в течение вегетации. Региональная специфика класса состоит в отличиях диагностических видов низших рангов для более северных районов Украины, стран центральной и северной Европы. В составе сообществ болотной растительности представлены виды, сплошные ареалы которых находятся в более северных регионах (*Calamagrostis pseudophragmites* (Haller f.) Koeler, *Equisetum hyemale* L. *Carex omskiana* Meinsh., *Deschampsia cespitosa* (L.) P.Beauv., *Naumburgia thyrsiflora* (L.) Rchb. и др.). Здесь также встречаются виды, которые в более северных регионах отсутствуют (*Cyperus difformis* L., *Rumex dentatus subsp. halacsyi* (Rech. pat.) Rech.f., *Torulinium odoratum* (L.) Hooper) и др.). В «Красную книгу Украины» занесены семь видов, встречающихся в

сообществах класса *Phragmito-Magno-Caricetea*. Это *Cladium mariscus* (L.) Pohl, *Dactylorhiza majalis* (Reichenb.) P.F. Hunt et Summerhayes, *Epipactis palustris*, *Leucanthemella serotina*, *Leucojum aestivum* L., *Orchis palustris* і *Schoenoplectus mucronatus* (L.) Palla.

Ведущими факторами территориальной и ценотической дифференциации солонцовой и солончаковой растительности являются степень засоления экотопов, рельеф местности, поемный режим и его длительность, характер сгонно-нагонных явлений, а также уровень подтопления. На распределение сообществ влияет также развитие процессов вторичного засоления почв вследствие заброшенности ирригационных сооружений. Последние более характерны для северо-западной части Северного Причерноморья. Большинство сообществ приурочены к прибрежным территориям и репрезентативно представляют приморскую солонцовую и солончаковую растительность восточной Европы [2]. В региональном отношении более высоким синтаксономическим разнообразием отличается Присивашье, в котором представленность засоленных экотопов большая, чем в других регионах. Ценотаксономическая специфика солонцовой и солончаковой растительности проявляется в сходстве диагностических видов высших рангов для Украины, южной и юго-восточной части Европы, региональная – отличается составом диагностических групп видов синтаксонов среднего и нижнего рангов (союзов, ассоциаций), а также сопутствующих видов. При близком общем флористическом составе групп диагностических видов, блоки высококонстантных видов в синтаксонах отличаются от западно- и восточноевропейских. Особенностью ценоструктуры солонцовой и солончаковой растительности является отсутствие абсолютно характерных видов, отмеченных лишь в одном синтаксоне, невозможность создания четко отделенных экологических групп видов в синтаксоне, невысокий общий флористический состав и значительное колебание числа видов в описаниях одной ассоциации, обусловленное узким диапазоном толерантности представителей данного типа организации растительности [7]. В составе солонцовой и солончаковой растительности встречается значительное количество редких видов. Четыре (*Bupleurum tenuissimum* L., *Limonium tschurjukiense* (Klok.) Lavr. ex Klok., *Palimbia salsa* (L. fil.) Bess.и *Trachomitum sarmatiense* Woodson) занесены в «Красную книгу Украины».

Ведущими факторами территориальной и ценотической дифференциации синтаксонов псаммофитной растительности является рельеф местопроизрастаний и его высота над уровнем моря, степень закрепленности и трофности почв, а также глубина залегания грунтовых вод. Выявлено более высокий уровень ценотического богатства, в частности, классов *Ammophiletea* Braun-Blanquet et R. Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946 и *Festucetea vaginatae* Soó ex Vicherek 1972 в Украине сравнительно с западноевропейскими странами. Региональная специфика сообществ классов проявляется в отличиях диагностических видов высших рангов для Украины, стран южной и юго-восточной Европы. Они также отличаются составом сопутствующих и замещающих видов ранга ассоциации и низших синтаксонов [4, 5]. В составе приморских ценозов встречаются виды, занесенные в Красную книгу Украины – *Agropyron dasyanthum* Ledeb., *Astragalus borysthenicus* Klok., *A. odessanus* Bess., *Astrodaucus littoralis* (M. Bieb.) Drude, *Centaurea breviceps* Iljin, *C. paczoskii* Kotov ex Klok., *Crambe pontica*, *Glaucium flavum* Crantz, *Glycyrrhiza glabra* L., *Medicago marina* L., *Tamarix gracilis* Willd.

Ведущими факторами территориальной и ценотической дифференциации синтаксонов высшей водной растительности являются колебание уровня воды в течение вегетации, минерализация и трофность, а также характер и мощность донных отложений. На распределение сообществ оказывает влияние степень поверхностного колебания воды, а также проточность. Ценотаксономическая специфика высшей водной растительности, как и у предыдущих, проявляется в сходстве диагностических видов высших рангов (классов и порядков) для Украины, центральной, южной и восточной Европы, региональная отображается составом диагностических видов синтаксонов среднего и нижнего рангов (союзов и ассоциаций). На территории экокоридора сосредоточены наибольшие по занимаемым площадям местопроизрастания редких и исчезающих видов. В «Красную книгу

Украины» занесены пять видов – *Aldrovanda vesiculosa* L., *Marsilea quadrifolia* L., *Nymphoides peltata* (S.G.Gmel.) O.Kuntze, *Salvinia natans* (L.) All., *Trapa natans* L.

Ведущими факторами территориальной и ценотической дифференциации синтаксонов синантропной растительности является степень трансформации местообитаний, трофность почв и наличие засоления. Большим синтаксономическим разнообразием отличаются классы *Stellarietea mediae* и *Artemisietea vulgaris*, насчитывающие 18 и 19 ассоциаций [3]. Остальные – *Bidentetea, Plantaginetea majoris* Tüxen & Preising ex Von Rochow 1951 и *Galio-Urticetea* – представлены меньшим количеством синтаксонов. Синантропная флора Азово-Черноморского экокоридора насчитывает 332 вида высших сосудистых растений, из которых 187 составляют апофитную фракцию, 145 – адвентивную. Наиболее синантропизированными оказались пионерные, степные, засолено-луговые, кустарниковые ценозы. Уровень адвентизации ценофлоры экокоридора достаточно высок и составляет 16,4%. Наиболее неустойчивыми к влиянию видов неаборигенного происхождения оказались сообщества классов *Salicetea purpureae, Artemisietea vulgaris, Ammophiletea, Festuco-Puccinellietea*.

В составе ценофлоры выявлено 37 видов с высокой инвазионной способностью и 8 видов-трансформеров (*Ambrosia artemisiifolia* L., *Amorpha fruticosa* L., *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Bidens frondosa* L., *Centaurea diffusa* Lam., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Elaeagnus angustifolia* L., *Xanthium albinum* (Widder) H.Scholz). Последние способны натурализоваться в фитоценозах и осуществлять их деструкцию, а также изменять условия среды. Наибольшее количество представителей этой группы выявлено в ценозах классов *Ammophiletea, Festucetea vaginatae, Festuco-Brometea, Festuco-Puccinellietea, Artemisietea vulgaris* и *Salicetea purpureae* [3].

На территории Азово-Черноморского экокоридора сосредоточены фрагменты степных сообществ. Они приурочены к склонам балок, а также находятся на плакорах. Отличаются чрезмерной фрагментированностью и трансформированностью. Вместе с тем, в их составе встречается значительное количество редких и исчезающих видов. В «Красную книгу Украины» занесены *Adonis vernalis* L., *A. wolgensis* Stev., *Allium regelianum, A. sphaeropodum* Klok., *Astragalus dasyanthus* Pall., *A. odessanus, A. ponticus* Pall., *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng., *Chamaecytisus graniticus* (Rehm.) Rothm., *Colchicum ancyrense* Burtt, *Crocus reticulatus* Stev. ex Adams, *Cymbochasma borysthenica* (Pall. ex Schlecht.) Klokov & Zoz, *Eremogone cephalotes* (M. Bieb.) Fenzl, *Fimbristylis bisumbellata* (Forssk.) Bub., *Fritillaria ruthenica* Wikstr., *Genista scythica* Pacz., *Glycyrrhiza glabra*, *Goniolimon graminifolium* (Aiton) Boss., *G. rubellum* (S.G. Gmel.) Klok., *Gypsophilla glomerata* Pall. ex Adams, *Ornithogalum amphibolium* Zahar., *O. oreoides* Zahar., *Rhamnus tinctoria* Waldst. et Kit. ex Willd., *Stipa capillata, S. lessingiana* Trin. & Rupr., *S. pennata* L., *S. pulcherrima* C. Koch, *S. ucrainica* P. Smirn., *Tulipa hypanica* Klokov & Zoz, *T. ophiophylla* Klok. et Zoz i *T. schrenkii* Regel.

Растительность Азово-Черноморского экокоридра отличается также богатством редких сообществ, которые находятся под угрозой исчезновения и типичных, подлежащих охране. В «Зеленую книгу Украины» [9] внесены выделенные на доминантной основе 3 ассоциации лесной растительности, 6 – луговой, 10 – галофитной, 16 – болотной, 36 – степной и 129 – высшей водной.

Проблема создания экосети Азово-Черноморского экокоридора связана с высокой степенью хозяйственного освоения территории и значительной фрагментацией природных экосистем. Наибольшими угрозами фиторазнообразию и связям элементов экосети Азово-Черноморского экокоридора являются расширение селитебных территорий, чрезмерное развитие рекреационной инфраструктуры и неорганизованного туризма, зарегулирование руслового стока и загрязнение воды, функционирование крупных портово-промышленных комплексов, последствия проведенной в 70-х годах прошлого столетия осушительной мелиорации в устьевых областях рек, поднятие уровня грунтовых вод вследствие эксплуатации Северо-Крымского канала (Херсонская обл., АР Крым), сброс дренажных вод, в частности с рисовых полей в водоемы, подтопление территорий вследствие заброшенности мелиоративных систем, сооружение и эксплуатация водохозяйственного комплекса «Дунай –

Черное море» и «Дунай – Сасык», искусственное регулирование уровня воды в водоемах (Одесская обл.), эрозия почв, распашка степных участков, усиление влияния инвазивных видов, чрезмерный выпас на отдельных территориях.

Вместе с тем, растительность экокоридора отличается наиболее богатым фитоценофондом среди других природных регионов Украины. Ему свойственна высокая степень национальной и региональной раритетности. Базовыми принципами его создания являются максимальная репрезентативность разнообразия биотических и ландшафтных комплексов, наличие раритетной составляющей, заповедность и др. Создание Азово-Черноморского экокоридора будет способствовать увеличению территорий с природными экосистемами до уровня достаточного для сохранения биоразнообразия, и в первую очередь раритетного, поддержания их в состоянии близкого к природному и формирование территориально целостной системы с возможностями к природным путям миграции и распространения видов растений и животных. Создание экокоридора станет мощным фактором сознательного отношения к охране окружающей среды представителей органов власти и местного населения. Это сложный процесс, требующий пересмотра многих обычных форм отношений к природе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Голуб В. Б.* Сообщества класса Glycyrrhizetea glabrae на Нижней Волге // Классификация растительности СССР. – М., 1986. –С.159-172.
2. *Голуб В. Б., Соколов Д. Д.* Приморская растительность Восточной Европы // Успехи современной биологии. – 1998. – Вып. 6. – С. 728-742.
3. *Дубина Д.В., Дзюба Т.П., Ємельянова С.М.* Синантропізація ценофлор приморських геокомплексів України // Укр. ботан. журн. – 2011. – Т. 68, №3. – С. 352-366.
4. *Дубина Д.В., Тимошенко П.А., Голуб В.Б.* Синтаксономія рослинності приморсько-дюнних екосистем України. Класи Cakiletea maritimae і Ammophiletea // Чорноморск. ботан. ж. – 2007. – Т. 3, №2. – С. 19-36.
5. *Дубина Д.В., Тимошенко П.А., Дворецький Т.В.* Еколого-флористичні особливості угруповань класу Festucetea vaginatae в Україні та завдання їх охорони // Чорноморськ. ботан. ж. – 2009. – Т. 5, №4. – С. 491-501.
6. *Дубина Д.В., Тимошенко П.А., Шеляг-Сосонко Ю.Р.* Фітосистеми кіс і островів Азово-Чорноморського регіону України: стан та завдання охорони // Укр. ботан. журн. – 2006. – Т. 63, №1. – С. 3-14.
7. *Дубина Д.В.* та ін. Галофітна рослинність // Рослинність України. – К.: Фітосоціоцентр, 2007. – 315 с.
8. *Дубина Д.В.* та ін. Класифікація та продромус рослинності водойм, перезволожених територій та арен Північного Причорномор'я. – К.: Фітосоціоцентр, 2004. – 200 с.
9. Зелена книга України / Під заг. ред. Я.П. Дідуха. – К.: Альтерпрес, 2009. – 448 с.
10. *Коржнев М.М.* та ін. Розвиток України в умовах глобалізації та скорочення природно-ресурсного потенціалу. – К.: ЛОГОС, 2009. – 195 с.
11. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинк, 2009. – 900 с.
12. *Sanda V., Popescu A.* Contributii la cunoasterea vegetatiei din Delta Dunarii // Hidrobiologia (RSR). – 1983. – №18. – P. 61-69.

VEGETATION OF THE PROJECTING ECONET OF THE AZOVO-CHORNOMORSKY REGION

© 2012 D.V. Dubyna, P.M. Ustimenko

M.G. Kholodny Institute of botany of NAS of Ukraine

Legislative base of Ukraine about formation of national econet is regarded in this paper. Main problems of creation of the Azovo-Chornomorsky ecocorridor are discussed. General coenotic specification of ecocorridor territory and syntaxa for different vegetation types are given. Richness of rare species and syntaxa is shown. Basic threats for plant diversity of the Azovo-Chornomorsky region are discussed. Authors underline ecological importance of creation of the Azovo-Chornomorsky econet in this problematic region.

Key words: *national econet, conservation, vegetation, Azovo-Chornomorsky ecocorridor, rare species and syntaxa*.

Dmytro Dubyna, Doctor of Botany, Professor, chief scientific worker of geobotany and ecology department. E-mail: geobot@ukr.net; *Pavlo Ustimenko*, Doctor of Botany, chief scientific worker of geobotany and ecology department. E-mail: geobot@ukr.net

УДК 581.9:470.638

ОСОБЕННОСТИ КСЕРОФИТНЫХ СООБЩЕСТВ ЮГО-ЗАПАДНОГО СКЛОНА ГОРЫ БЕШТАУ

© 2012 З.В. Дутова

Эколого-ботаническая станция «Пятигорск» БИН РАН

В данной статье в сравнительном аспекте рассматриваются некоторые фитоценотические и флористические параметры сообществ ксерофитов юго-западного склона горы Бештау (район Кавказских Минеральных вод).

Ключевые слова: *Бештау, растительность, ксерофиты*.

Изучение растительных сообществ в районах с заметной рекреационной нагрузкой является важным аспектом всей деятельности по рациональному использованию природных ресурсов и сохранению биологического разнообразия. Актуальность таких исследований постоянно возрастает по мере усиления антропогенного пресса на окружающую среду. Сказанное в полной мере относится к району горы Бештау, растительный покров которого исследован все еще недостаточно, в то время как эта территория курортного района Кавказских Минеральных вод является комплексным памятником природы с 1961 г. и находится в окружении не только жилых поселков, но в зоне активной туристической деятельности.

Первые опубликованные данные о флоре и растительности исследуемой территории появились в 1799-1801гг., после изучения предкавказской степи и части предгорий северного склона Кавказа П.С. Палласом. Существенный вклад в изучение региона внес А.А. Гроссгейм своими трудами «Анализ флоры Кавказа» [3] и «Растительный покров Кавказа» [4]. Изучением растительного покрова Пятигорского района в послевоенные годы занимались А.И. Галушко, Ю.А. Дударь, А.Л. Иванов, В.Н. Кононов, А.Д. Михеев, В.В Скрипчинский, В.Г. Танфильев [6, 7, 8].

Наиболее подробный обзор растительных сообществ района горы Бештау и их классификацию приводит Т.Б. Вернандер в работе «Растительный покров Бештаугорского лесопарка» [2]. Она определяла растительность скалистых известняковых выступов как формацию горных ксерофитов, дерновую основу травянистого покрова которой составляет *Carex humilis* Leyss. В своих описаниях на площади 100 м^2 она приводит список видов такого сообщества, состоящий из 40 таксонов: *Agropyrum caespitosum, Agropyrum pectinatum, Allium albidum, Allium erubescens, Allium paniculatum, Alyssum tortuosum, Amelanchier ovalis, Amygdalis nana, Artemisia caucasica, Asperula arvensis, Asperula galioides, Asphodeline taurica, Bromopsis riparia, Campanula elatior, Carex humili, Dictamnus caucasicus, Euphorbia petrophylla, Festuca valesiaca, Hedysarum biebersteinii, Hippomarathrum microcarpum, Iris furcata, Iris pumila, Linum tauricum, Melandryum album, Muscari neglectum, Myosotis silvatica, Psephellus leucophyllus, Rhamnus pallasii, Rumex acetosa, Scorzonera taurica, Scutellaria polyodon, Sedum spurium, Serratula radiata, Seseli varium, Stipa pulcherrima, Thalictrum foetidum, Thymus collinus, Valeriana officinalis.*

Наши исследования проводились на Козьих скалах горы Бештау в 2011 году. Описания делались на пробных площадках размером 5×5 м^2, выбор которых определялся методом случайного отбора, по 6 описаний на каждый визуально выделенный тип сообществ. Названия растений приводятся по «Сосудистым растениям России и сопредельных государств» С.К. Черепанова [9]. При сравнении разных сообществ использовался коэф-

Дутова Зоя Викторовна, садовый рабочий Эколого-ботанической станции «Пятигорск» Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН, соискатель учёной степени кандидата биологических наук Лаборатории степной растительности БИН РАН. E-mail: zoka-309@mail.ru

фициент сходства Сьеренсена [1]. Работы проводились на юго-восточном макросклоне г. Бештау на высотах 830 м н.у.м. (в пределах пояса буково-грабово- ясенево-дубовых лесов).

Гора Бештау (1401 м н.у.м.) является вулканическим диапиром и расположена в предгорной зоне Центрального Кавказа на территории Особо охраняемого эколого-курортного региона Кавказские Минеральные Воды. Юго-западный склон горы представляет собой отрог, который известен под названием «Козьи скалы». Высота в наивысшей точке 1195 м. Он имеет сильно расчлененный рельеф, с многочисленными утесами. Почвенный покров маломощный, местами отсутствует полностью, обнажая слой меловых известняков. Климат в районе горы Бештау умеренно-континентальный, однако имеет свои особенности в связи с высотной поясностью и рельефом горы.

В зависимости от условий микрорельефа и степени обнаженности горных пород на Козьих скалах растительный покров представлен несколькими типами сообществ. Наиболее обычными являются злаково-разнотравные, злаково-осоково-разнотравные и петрофильные растительные формации, с небольшими вариациями по соотношению доминирующих видов.

Злаково-разнотравные сообщества распространены на маломощных обыкновенных черноземах. Основными доминирующими видами являются дерновинные злаки *Stipa pulcherrima* C. Koch и *Koeleria cristata* (L.) Pers., а также корневищные представители семейства *Lamiaceae – Teucrium chamaedrys* L. и *T. polium* L. Из менее распространенных, однако, принимающих заметное участие в сложении растительного покрова, можно выделить такие виды, как *Asphodeline taurica* (Pall.ex M.Bieb.) Engl., *Rhamnus pallasii* Fisch & C.A. Mey, *Rosa pimpinellifolia* L., *Sedum acre* L., *Thymus marschallianus* Willd. Изредка встречаются *Allium albidum* Fisch. ex Bieb., *Dictamnus caucasicus* (Fisch. et C.A.Mey.) Grossh., *Fritillaria caucasica* Bieb., *Iris furcata* Bieb. Проективное покрытие колеблется от 15-20 до 90%. Низкое покрытие характерно для участков со щебнистым субстратом, что препятствует развитию сплошной дернины. Доминирующими видами здесь являются *Koeleria cristata* (L.) Pers. и *Teucrium polium* L. Более высокое проективное покрытие характерно для участков с более или менее развитым почвенным покровом. Здесь находится настоящая ковыльная степь со *Stipa pulcherrima* C. Koch. Общее число видов злаково-разнотравных сообществ (по сделанным описаниям) достигает 41.

В западной части Козьих скал нами единично выявлено злаково-разнотравное сообщество с эремурусом представительным (*Eremurus spectabilis* Bieb.). Оно образовано разреженными куртинами *Alopecurus vaginatus* (Willd.) Pall. ex Kunth, *Alyssum tortuosum* Waldst. et Kit. ex Willd., *Androsace barbulata* Ovcz., *Asphodeline taurica* (Pall. ex Bieb.) Engl., *Artemisia caucasica* Willd., *Hylotelephium caucasicum* (Grossh.) H.Ohba, *Sedum acre* L., *Sedum hispanicum* L., *Sedum spurium* Bieb., *Sempervivum caucasicum* Rupr. ex Boiss. Проективное покрытие – около 35 %.

Злаково-осоково-разнотравные сообщества занимают маломощные обыкновенные черноземы с большим количеством щебня. Основу растительного покрова образуют *Carex humilis* Leyss., *Stipa pulcherrima* C. Koch, *Teucrium polium* L. Реже встречаются *Allium paniculatum* L., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Teucrium chamaedrys* L. Единичными экземплярами и куртинами представлены *Alopecurus vaginatus* (Willd.) Pall. ex Kunth, *Asphodeline taurica* (Pall. ex M.Bieb.) Engl., *Centaurea orientalis* L., *Clematis integrifolia* L., *Euphorbia iberica* Boiss., *Iberis taurica* DC., *Iris furcata* Bieb., *Prunus spinosa* L., *Rhamnus pallasii* Fisch et C.A. Mey, *Rosa* pimpinellifolia L. Проективное покрытие колеблется от 30 до 90 %, местами растительный покров сильно разрежен и представляет собой отдельные низкорослые куртины злаков и разнотравья. Число видов достигает 23.

Выходы коренных горных пород распространены по всей территории Козьих скал. Они представлены либо отвесными скалами, где отдельные растения заселяют карнизы и скальные трещины, либо щебнисто-каменистыми участками с сильно разреженными куртинами растений. На таких участках развивается петрофильная растительность.

Видовой состав скалистых участков наиболее обеднен. Преимущественно здесь встречаются *Artemisia caucasica* Willd., *Sedum acre* L., *Sempervivum caucasicum* Rupr. ex Boiss.

В центральной части Козьих скал имеются редкие растительные сообщества из можжевельника (*Juniperus haemisphaerica*). Также встречаются *Allium albidum* Fisch. ex Bieb., *Asplenium septentrionale* (L.) Hoffm., *Campanula saxifrage* Bieb., *Ceterach officinarum* Willd., *Dianthus fragrans* Adams, *Sedum hispanicum* L., *S. spureum* Bieb. Проективное покрытие составляет не более 15%.

Растительность щебнисто-каменистых участков отличается большим видовым разнообразием. Доминирующими элементами здесь являются *Artemisia caucasica* Willd., *Hylotelephium caucasicum* (Grossh.) H.Ohba, *Iberis taurica* DC., *Sedum acre* L., *S. spurium* Bieb., *Sempervivum caucasicum* Rupr. ex Boiss. Нередко встречаются *Allium albidum* Fisch. ex Bieb., *Alopecurus vaginatus* (Willd.) Pall. ex Kunth, *Asphodeline taurica* (Pall. ex M.Bieb.) Engl., *Campanula saxifraga* Bieb., *Iris pumila* Lodd., *Melica transsilvanica* Shcur, *Muscari muscarimi* Medik. Количество видов (по 12 описаниям) достигает 18.

В таблице 1 представлен видовой состав ксерофитных сообществ Козьих скал.

При определении флористического сходства между вышеперечисленными сообществами были получены следующие результаты: коэффициент сходства между злаково-разнотравными и злаково-осоково-разнотравными фитоценозами равен 0,55; между злаково-разнотравными и петрофильными сообществами – 0,21; злаково-осоково-разнотравными и петрофильными – 0,3.

Таблица 1 Видовой состав ксерофитных сообществ Козьих скал

Злаково-разнотравные сообщества	**Злаково-осоково-разнотравные сообщества**	**Петрофильные сообщества**
Allium albidum	*Allium paniculatum*	*Allium albidum*
Allium paniculatum	*Alopecurus vaginatus*	*Alopecurus vaginatus*
Alopecurus vaginatus	*Asphodeline taurica*	*Artemisia caucasica*
Alyssum tortuosum	*Balicunaria microcarpa*	*Asphodeline taurica*
Androsace barbulata	*Carex humilis*	*Asplenium septentrionale*
Artemisia caucasica	*Centaurea orientalis*	*Campanula saxifraga*
Asperula biebersteinii	*Clematis integrifolia*	*Ceterach officinarum*
Asphodeline taurica	*Dianthus caucaseus*	*Dianthus fragrans*
Balicunaria microcarpa	*Euphorbia iberica*	*Heracleum lescovii*
Crocus reticulatus	*Fritillaria caucasica*	*Hylatelephium caucasicum*
Dactylis glomerata	*Iberis taurica*	*Iberis taurica*
Dianthus caucaseus	*Iris furcata*	*Inula ensifolia*
Dictamnus caucasicus	*Koeleria cristata*	*Iris pumila*
Enula eusifolia	*Plantago media*	*Juniperus haemisphaerica*
Eremurus spectabilis	*Prunus spinosa*	*Melica transsilvanica*
Festuca valesiaca	*Rhamnus pallasii*	*Sedum acre*
Fritillaria caucasica	*Rosa pimpinellifolia*	*Sedum hispanicum*
Gagea taurica	*Sempervivum caucasicum*	*Sedum spurium*
Hylatelephium caucasicum	*Scabiosa ochroleuca*	*Sempervivum caucasicum*
Hypericum perforatum	*Stipa pulcherrima*	
Iberis taurica	*Teucrium chamaedrys*	
Iris furcata	*Teucrium polium*	
Koeleria cristata		
Melica transsilvanica		
Medicago stepposa		
Muscari neglectum		
Orchis tridentata		
Plantago media		
Potentilla recta		
Primula macrocalyx		
Rhamnus pallasii		
Rosa pimpinellifolia		

Окончание таблицы 1

Злаково-разнотравные сообщества	Злаково-осоково-разнотравные сообщества	Петрофильные сообщества
Sedum acre		
Sedum hispanicum		
Sedum spurium		
Sempervivum caucasicum		
Scabiosa ochroleuca		
Stipa pulcherrima		
Teucrium chamaedrys		
Teucrium polium		
Thymus marschallianus		
Veronica spicata		

В заключении можно сделать вывод, что растительные сообщества юго-восточного склона горы Бештау имеют ксерофильный характер. Основу их составляют степные элементы – виды ковыля, типчака, тонконога. Также можно выделить и некоторое количество луговых, но кальцефитных видов, например, *Carex humilis* Leyss., *Orchis tridentata* Scop. и некоторые другие. Преобладание степных видов в составе сообществ, с одной стороны, связано с экспозицией склонов, с другой стороны, этому способствует характер подстилающих горных пород (распространённые здесь меловые известняки обусловливают повышенный уровень дренажа). Субальпийские виды *Alopecurus vaginatus* (Willd.) Pall. ex Kunth и *Campanula saxifraga* Bieb. проникают сюда из пояса остепненных субальпийских лугов вершины горы Бештау, имеющего сходный уровень увлажненности [2, 5, 6]. Наибольшим видовым разнообразием среди рассмотренных типов отличаются злаково-разнотравные сообщества (до 41 вида), наименьшим (18 видов) – растительный покров скальных выступов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Василевич В.И*. Статистические методы в геоботанике. Л.: Наука, 1969. 232 с.

2. *Вернандер Т. Б*. Растительный покров Бештаугорского лесопарка // Учен. зап. Моск. ун-та. 1946. Вып. 97. С. 99–214.

3. *Гроссгейм А.А.* Анализ флоры Кавказа / Тр. Бот. ин-та Азерб. ФАН СССР. Вып. 1. Баку, 1936. 260 с.

4. *Гроссгейм А. А*. Растительный покров Кавказа. М.: Изд. МОИП, 1948. 268 с.

5. *Иванов А.Л.* Флора Предкавказья и её генезис. Ставрополь: Изд-во СГУ, 1998. 204 с.

6. *Иванов А.Л., Утенкова С.Н.* Эндемики и реликты меловых хребтов и лакколитов Кавказских Минеральных Вод и их значение для построения модели флорогенеза центральной части Северного Кавказа. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2003. 203 с.

7. *Кононов В. Н., Танфильев В. Г., Гниловской В. Г*. Карта растительности Ставропольского края // Атлас Ставропольского края. М.: Глав. управ. геодезии и картографии, 1968. С. 17.

8. *Михеев А.Д.* Флора района Кавказских Минеральных Вод и прилегающих территорий (анализ и вопросы охраны): Автореф. дис. доктора биол. наук. СПб, 2000. 54 с.

9. *Черепанов С. К*. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 990 с.

XEROPHILOUS ECOSYSTEMS OF A SOUTHWEST SLOPE OF BESHTAU MOUNTAIN.

© 2012 Z.V. Dutova

Ecological-Botanical station " Pyatigorsk " BIN of the Russian Academy of Science

In this article in comparative aspect some are considered phytocenotic and floristic parameters of xerophytic communities a southwest slope of Beshtau mountain (Caucasian Mineral Waters).

Key words: *Beshtau, vegetation, xerophilous plants.*

Dutova Zoya Victorovna, the garden worker of Ecological-botanical station "Pyatigorsk" Botanical institute of V.L.Komarov of the Russian Academy of Science, the competitor of a scientific degree of Cand.Biol.Sci. of Laboratory of steppe vegetation BIN of the Russian Academy of Science. E-mail: zoka-309@mail.ru

УДК 581.55

ВЯЗОВНИКИ И ИЛЬМОВНИКИ — РЕДКИЕ ЛЕСНЫЕ СООБЩЕСТВА ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ

© 2012 Е.Г.Ершова[1], Ю.Е. Алексеев[1], Е.Д. Дзама[2], П.Ю. Жмылев[1], Е.А. Карпухина[3], А.С. Теребова[2]

[1] Московский государственный университет, г. Москва
[2] Международный университет природы, общества и человека «Дубна», г. Дубна
[3] Российский университет дружбы народов, г. Москва

В статье на основе литературного материала рассматриваются вопросы биологии и экологии двух видов рода *Ulmus* (*U. laevis* и *U. glabra*) и особенности образуемых ими сообществ - вязовников и ильмовников, относящихся к лесам высокой природоохранной ценности.

Ключевые слова: *ильм, вяз, ильмовники, вязовники, редкие лесные сообщества*.

Чистые или почти чистые насаждения *Ulmus laevis*[1] (вяз) и *U. glabra* (ильм), соответственно вязовники и ильмовники, - это чрезвычайно редкие лесные сообщества Европы. Причины этого до конца не ясны, но, скорее всего, они носят комплексный характер, включая и вырубку лесов, и изменение климата, и эпифитотии «голландской болезни» [20; 21и др.]. Судя по литературе, существует два подхода к их восприятию этих сообществ. Первый опирается на данные о совместном произрастании вяза и ильма, в силу чего насаждения с их доминированием рассматривает как одно целое (Василевич, Бибикова, 2002). Второй, напротив, подчеркивает эколого-ценотические своеобразия вязовников и ильмовников. Данное сообщение является попыткой обсудить вопросы, касающиеся биологии и экологии вяза и ильма, а также и образуемых ими насаждений и, таким образом, наметить подходы к разрешению этой коллизии. Эту попытку можно рассматривать как необходимый этап в изучении формаций вяза и ильма, которые относятся к лесам высокой природоохранной ценности [7; 14 и др.].

Биология. Как и большинство ильмовых пород, *U. glabra* и *U. laevis* – это самонесовместимые анемофильные проанты с протогиничными или протандричными соответственно цветками. В оптимальных условиях они живут 200-500 лет, достигая 30-35(40) м высоты. Размножаются, по всей видимости, исключительно семенами, хотя в литературе иногда отмечают их способность к образованию не толькой пневой поросли, но и корневых отпрысков. В генеративный период вступают на 30-40-м году жизни и обильно плодоносят через каждые 2-3 года. Зрелые семена *U. glabra* и *U. laevis* не обладают эндогенным покоем, но содержат не более 10% влаги (ортодоксальные семена), что позволяет их хранить (вынужденный покой) без заметной потери всхожести от полугода до 2-5. В естественных условиях при достаточном увлажнении проростки появляются почти сразу после плодоношения (в начале лета). В глубокой тени семена прорастают не сразу, а перезимовывают и дают всходы весной следующего года до момента полного облиствления деревьев. Результаты экспериментальных исследований позволяют предполагать, что оптимальные условия прорастания *U. glabra* и *U. laevis* не совсем одинаковые. По-видимому,

Ершова Екатерина Георгиевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник кафедры геоботаники, E-mail: eershova@rambler.ru; *Алексеев Юрий Евгеньевич*, кандидат биологических наук, доцент кафедры геоботаники,**Ошибка! Ошибка связи.**; *Дзама Екатерина Дмитриевна*, аспирант кафедры экологии и наук о Земле, E-mail: tusha_77@mail.ru; *Жмылев Павел Юрьевич*, доктор биологических наук, доцент кафедры геоботаники, E-mail: zhmylev@gmail.com; *Карпухина Елизавета Андреевна*, кандидат биологических наук, заведующий кафедрой системной экологии, E-mail: nemorum@mail.ru; *Теребова Анна Сергеевна*, аспирант кафедры экологии и наук о Земле, E-mail: anna_terebova@mail.ru

[1] Латинские названия видов приведены по: Маевский, 2006.

семена ильма проявляют большую чувствительность к повышению температуры и продолжительности освещения. Проростки этого вида плохо приживаются под пологом современных широколиственных лесов главным образом из-за недостатка увлажнения [4]. Однако этот фактор является основным для развития проростков всех ильмовых пород. С другой стороны, поскольку их семена лишены эндосперма, то приживаемость проростков зависит не только от режима освещения и увлажнения, но и богатства почвы, сомкнутости напочвенного покрова, мощности и скорости разложения листового опада [18]. Очевидно, поэтому проростки вяза и ильма чаще встречаются на оголенных, хорошо дренированных участках с временным переувлажнением весенними водами.

Поведение (стратегию) *U. glabra* и *U. laevis* в лесных сообществах оценивают не одинаково. Если не обращать внимания на отличия в подходах разных авторов, то можно думать, что эти виды обладают пластичной стратегией. Правда, их современное состояние в растительном покрове Европы, несомненно, носит антропогенный характер. Во многих странах в результате вырубок, разрушения местообитаний и эпифитотии голландской болезни вяз и ильм приобрели статус редких или находящихся под угрозой исчезновения растений. Например, *U. laevis* очень быстро исчезает из древостоя широколиственных лесов даже при выборочных рубках и его отсутствие в составе современных дубово-липовых сообществ является индикатором их вторичного происхождения [10]. В Германии к настоящему времени сохранилось не более 1% популяций этого вида. Практически 90% было истреблено в период интенсивного развития сельского хозяйства и индустрии, а затем еще 90% сохранившихся деревьев погибло из-за эпифитотии трахеомикоза, возбудитель которого был интродуцирован в Европу из Восточной Азии. Аналогичная ситуация сложилась и на территории России. В прошлом столетии «голландская болезнь» охватила всю площадь распространения естественных и искусственных насаждений видов рода *Ulmus*. Причем, как и в других странах, наиболее активно она развивается в чистых древостоях и в условиях временного переувлажнения почвы как, например, в поймах рек.

Экология. Сведения по экологии *U. glabra* и *U. laevis* фрагментарны и порой кажутся не согласованными. В одних случаях они ограничены самой общей характеристикой, из которой следует, что оба вида предпочитают богатые, хорошо дренированные почвы с близким залеганием грунтовых вод [1 и др.]. Такие дефиниции мало что дают, поскольку подавляющее большинство видов р. *Ulmus* не только тяготеют к богатым почвам, но и приурочены к берегам рек и ручьев. В других случаях обнаруживаются противоречия в уточнении тех или иных экологических параметров вяза или ильма. Например, одни авторы классифицируют *U. laevis* как ксеромезофит [5] или как растение, которое устойчиво к сухим почвам подобных на лесостепь ландшафтов [22]. Напротив, иные считают, что это типичный вид пойменных лесов [15] или индикатор влажных и сырых почв [16]. Анализ флористических списков по широколиственным и хвойно-широколиственным лесам Европейской равнины создает ощущение, что *U. glabra* и *U. laevis* встречаются в очень широком диапазоне условий: от сухих и бедных почв ацидофильных дубняков до заболоченных и богатых почв черноольшанников [10]. Иначе говоря, вероятно, эколого-ценотические ареалы вяза и ильма, если и не полностью, то в значительной степени перекрываются.

К сожалению, мы точно не знаем, как антропогенная трансформация лесного покрова Европы отразилась на эколого-ценотическом облике вяза и ильма. Не следует также забывать, что эти анемохорные породы с древних времен используют в озеленении, как групповые или одиночные посадки не только в парках и садах, но и около городов, поселков, деревень и усадеб [6, 1], которые являются источником вторичного расселения. И все же большинство зарубежных и отечественных ботаников прямо или косвенно констатируют, что в типе *U. glabra* – элемент **водораздельных** широколиственных лесов, а *U. laevis* – **пойменных** широколиственных и мелколиственных лесов. Эта закономерность в распределении вяза и ильма по элементам рельефа проявляется даже в небольшой по объему выборке отечественных и зарубежных публикаций. Более резко она выступает, если

ограничится только обзором основных типов лесов широколиственных лесов средней части Русской равнины. Здесь на плакорах наиболее заметное участие ильма в древостое обнаруживается в местообитаниях с богатыми почвами (прежде всего кальцием) или подстилаемых карбонатными породами (липо-дубняки с ясненем). А вот в условиях временного переувлажнения (берега ручьев, дренированные западины) он если и встречается, то только на относительно сухих участках и то, в виде одиночных и угнетенных деревьев (липняки гравилатовые). Напротив, вяз является постоянным компонентом приручьевых широколиственных лесов и его участие в древостое возрастает в липняках таволговых, которые занимают наиболее сырые местообитания. Аналогичная ситуация складывается и в полосе хвойно-широколиственных лесов [10]. По-видимому, приуроченность вяза и ильма к разным элементам рельефа, по крайней мере, в полосе неморальных лесов, обусловлена их неодинаковым отношением к условиям среды обитания. Если попытаться обобщить все литературные данные, то экологический облик вяза и ильма предварительно можно представить следующим образом:

U. laevis – эутроф; мезофит; индифферентен к кислотности почвы; теневынослив (но чаще встречается в полутеневых лесах); менее устойчив к засухе, но более устойчив к затоплению; страдает от возврата холодов весной; предпочитает пойменные местообитания с влажными или сырыми, но хорошо дренированными почвами.

U. glabra – эутроф, кальцефил; мезофит; индифферентен к кислотности почвы; теневынослив (но чаще встречается в теневых лесах); более устойчив к засухе, но менее устойчив к затоплению; страдает от возврата холодов весной; предпочитает местообитания водоразделов и склонов долин с влажными и хорошо дренированными почвами (часто выходы известняков).

Разнообразие вязовников и ильмовников. Сведения о вязовниках и ильмовниках крайне малочисленны и в целом разношерстны. Причем в основном они ограничены только территорией России. Так что судить о своеобразии формаций вяза и ильма в настоящее время можно лишь предположительно.

Вязовые леса. На Европейской равнине естественные насаждения *U. laevis* распространены главным образом по поймам крупных рек. Значительно реже они также встречаются на крутых склонах речных долин с дерново-карбонатными или известняковыми почвами, которые увлажняются естественными выходами подземных вод [8; 11]. Наконец, небольшие по площади древостои вяза изредка формируются по пологим ложбинам стока и берегам речек. Пойменные вязовники обычно рассматривают как связующее звено между мелколиственными лесами (ивняки, тополевники) и дубняками в процессе естественного формирования леса в неморальных и субаридных поймах рек восточной Европы. Здесь насаждения вяза занимают своеобразные местообитания высокой или центральной поймы, где в силу гидрологических условий эдификаторная роль других лесообразующих пород (ивы, тополя, дуб, ясень) сильно ослаблена. Судя по литературным данным, в подлеске таких лесов, который, правда, не всегда выражен, постоянно встречаются крушина, ежевика, черемуха и шиповник, а в травяном покрове заметно участие нитрофильных видов. При этом в неморальных поймах преобладают разнотравно-злаковые (кострецовые) вязовники, а в субаридных поймах – ежевично-вязовые леса. Кроме того, хотя, вероятно, и реже, встречаются снытево-страусниковые, крапивные, майсоландышевые и обыкновеннокирказоновые пойменные леса из вяза [13]. О вязовниках на крутых склонах речных долин известно не много [8; 9; 11]. Более того они сильно нарушены, что затрудняет их сравнение с аналогичными насаждениями ильма. Судя по описаниям, такие сообщества характеризуются сильной пестротой травяного покрова связанной с неоднородностью микрорельефа и условиями увлажнения.

Ильмовые леса. *U. glabra* является постоянным компонентом многих широколиственных лесов [17]. Однако его чистые или почти чистые насаждения встречаются на Европейской равнине чрезвычайно редко. Во многих странах Западной Европы они, вероятно, отсутствуют или представлены небольшими участками леса. Для

территории России их обзор был проведен А.А. Ниценко [12], который предполагал, что в атлантический период голоцена ильмовники были распространены гораздо шире. В настоящее время можно выделить две области «сосредоточения» таких лесов. Во-первых, это восток европейской части России (гл.о. Башкирия), где ильм образует смешанные с дубом, липой и кленом водораздельные леса. И, во-вторых, северо-запад – где в долинах рек (крутые склоны, овраги) и около родников известняковых обнажений Балтийско-Ладожского уступа встречаются чистые и смешанные с ольхой или реже с другими широколиственными породами (ясень, клен, липа) насаждения *U. glabra*. По мнению Ниценко А.А. [12] ильмовники представляют собой давно сложившийся вариант широколиственных лесов, который отличается многоярусным сложением травяного покрова, в котором ярус неморальных видов дополнен высокими травами с нитрофильным оттенком. Почти всегда в таких лесах есть подлесок из лещины, бересклета и/или черемухи и смородины. К сожалению, разнообразие ильмовников пока изучено очень слабо. Например, в глинтовых лесах Эстонии по индикаторным видам выделены сообщества *Ulmus glabra-Mercurialis perennis-Lunaria rediviva* и *Ulmus glabra-Brachytecium rutabulum-Thuidium philibertii*. [19]. На северо-западе России В.И. Василевич и Т.В. Бибикова [3] выделили две ассоциации ильмовых лесов, правда без разделения участия вяза и ильма в их древостое: ильмовник снытевый (*Aegopodio-Ulmetum*) и страусниковый (*Matteuccio-Ulmetum*). Последний представляет собой очень редкие сообщества в поймах отдельных рек Псковской (р. Плюсса) и Вологодской областей (р. Царева).

Смешанные насаждения ильма и вяза. Несмотря на то, что некоторые авторы подчеркивают или намекают на экологическое сходство *U. glabra* и *U. laevis*, случаев их совместного произрастания оказывается не так много. При этом особого внимания заслуживают склоны речных долин и ложбины стока, где в силу особого режима увлажнения и естественного нарушения почвенного покрова, вероятно, создаются благоприятные условия для развития того и другого вида. Примечательно, что именно для таких местообитаний известны немногочисленные примеры смешанных насаждений из ильма и вяза. Правда в одних случаях авторы подчеркивают, что в древостое обычно господствует *U. glabra* [3], а в других (крутые склоны рек Печегды и Эдомы в Ярославской области) – такие сообщества сравнивают с вязовниками [2]. В связи с этим возникают некоторые сомнения, тем более что *U. glabra* и *U. laevis* в типе приурочены к разным элементам рельефа, а определение этих видов зачастую кажется вымученным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев Ю.Е., Жмылев П.Ю., Карпухина Е.А.* Деревья и кустарники. Энциклопедия природы России. М.: ABF, 1997. 592 с.

2. *Борисова М. А., Богачев В. В*. Состояние и возобновление вязовников в долинах малых рек подзоны южной тайги/ Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы. Том 1. Разнообразие типов растительных сообществ и вопросы их охраны география и картография растительности история и перспективы геоботанических исследований. СПб: ООО «Бостон-спектр», 2011. С. 35-37.

3. *Василевич В.И., Бибикова Т.В*. Широколиственные леса северо-запада европейской России. II. Типы липовых, кленовых, ясеневых и ильмовых лесов // Бот. Журн. 2002. Т. 87, № 2. С. 48-61.

4. Восточноевропейские широколиственные леса. М.: Наука, 1994. 364 с.

5. *Грудзинская И.А.* Сем. Ulmaceae Mirb. - Ильмовые/ Ареалы деревьев и кустарников СССР. Т. 1. Л.: Наука, 1977. С. 126-135.

6. Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. Т.2. Покрытосеменные. М., Л.: АН СССР, 1951. 610 с.

7. *Дженнингс С., Нуссбаум Р., Джадд Н., Эванс Т*. Леса высокой природоохранной ценности. Практическое руководство. М., 2005. 184 с.

8. *Дылис Н.В., Жукова В.М., Золотокрылин А.Н., Холопова Л.Б.* Вязовники – новая лесная формация Подмосковья // Лесоведение 1981. № 3. С. 12-21.

9. *Кожевников Ю.П.* Реликтовая вязовая роща на реке Волхов // Бот. журн. 1998. Т. 83, № 11. С. 106-110.

10. *Курнаев С.Ф.* Основные типы леса средней части Русской равнины. М.: Наука, 1968. 53 с.

11. Леса Южного Подмосковья. М.: Наука, 1985. 279 с.

12. *Ниценко А.А.* К познанию ильмовых лесов СССР // Лесоведение 1967. - № 1. – С. 46-53.

13. *Погребняк П.С.* Основы лесной типологии. - Киев: АН УССР, 1955. 452 с.

14. *Яницкая Т., Смирнова О., Лащинский Н., Бакун Е.* Рекомендации по выявлению редких лесных экосистем, являющихся лесами высокой природоохранной ценности (ЛВПЦ 3)// Устойчивое лесопользование. 2007. № 2(14). С. 23-27.

15. *Borlea G. F.* Ecology of elms in Romania // Invest. Agrar. Sist. Recur. For. 2004. V. 13. P. 29-35.

16. *Ellenberg H.* Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. Ulmer, Stuttgart., 1996. 1096 s.

17. European forest types. Categories and types for sustainable forest management reporting and policy/ EEA Technical report No 9. EEA, Copenhagen, 2007. 111 p.

18. *López-Almansa J. C.* Review. Reproductive ecology of riparian elms // Invest. Agrar. Sist. Recur. For. 2004. V. 13. P. 17-27.

19. *Paal J.* The forests of the North-Estonian Klint; the north-easternmost representatives of the EU Habitat Directive *Tilio-Acerion* forests of slopes, screes and ravines // Ann. Bot. Fenn. 2009. V. 46. P. 525-540.

20. *Parker A.G., Goudie A.S., Anderson D.E., Robinson M.A., Bonsall C.* A review of the mid-Holocene elm decline in the British Isles // Prog. Phys. Geogr. 2002. V. 26. P. 1-45.

21. The elms: breeding, conservation and disease management. Springer, Boston, 2000. 384 p.

22. *Vakkari P., Rusanen M., Kärkkäinen K.* High genetic differentiation in marginal populations of European white elm (*Ulmus laevis*) // Silva Fenn. 2009. V. 43. P. 185–196.

ULMUS LAEVIS AND *U.GLABRA* FORESTS - RARE PLANT COMMUNITIES OF THE EUROPEAN PLAIN

© 2012 E. Ershova [1], Yu. Alekseev [1], E. Dzama [2], P. Ghmylev [1], E. Karpuchina [3], A. Terebova [2]

[1]Moscow State University, Moscow
[2]International University of Nature, Society and Man "Dubna", Dubna
[3] Peoples' Friendship University of Russia. Moscow

In this article, which is based on published data, we examine the biology and ecology of elms (*Ulmus laevis* and *U. glabra*) and features of plant communities they form, relating to forests of high ecological value.

Key words: elm, elm forests, rare plant communities

Ekaterina Ershova, Candidate of Biology, Research Associate, E-mail: eershova@rambler.ru; *Yuri Alekseev*, Candidate of Biology, Associate Professor, **Ошибка! Ошибка связи.**; *Ekaterina Dzama*, Graduate Student, E-mail: tusha_77@mail.ru; *Pavel Gmylev*, Doctor of biology, Associate Professor, E-mail: zhmylev@gmail.com; *Elizaveta Karpuchina*, Candidate of Biology, Head of System Ecology Department, E-mail: nemorum@mail.ru; *Anna Terebova*, Graduate Student, E-mail: anna_terebova@mail.ru

УДК 581.524.34: 581.526.42 (470.6)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БРАУН-БЛАНКЕ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СТЕПЕНИ НАРУШЕННОСТИ ФИТОЦЕНОЗОВ ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ В ПРЕДГОРЬЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

© 2012 Ю.С. Загурная

Кавказский государственный природный биосферный заповедник г. Майкоп

Проанализирован флористический состав фрагментированных и не фрагментированных лесных сообществ предгорий Северо-Западного Кавказа с применением табличного метода Браун-Бланке. Фрагментация оказывает косвенное воздействие на нарушенность изолированных широколиственных фитоценозов: небольшие фрагменты лесов содержат больше видов растений, характерных для сукцессионных стадий (серийных видов), чем крупные фрагменты и не изолированные леса.

Ключевые слова: *лесные сообщества*, *метод Браун-Бланке*, *сукцессионные виды*, *индикаторная ценофлора*, *Северо-Западный Кавказ.*

Широколиственные леса, занимавшие два столетия назад значительную территорию равнин и предгорий Северо-Западного Кавказа (южная оконечность Западного Предкавказья), сегодня представлены изолированными фрагментами разной величины [1, 2, 9]. Можно предположить, что чем меньшее число участков леса присутствует в том или ином районе и чем меньше по площади эти участки, тем бóльшую значимость они будут представлять в качестве источника древесных и не древесных ресурсов. Нельзя не учитывать также, что районы с более фрагментированным растительным покровом являются, одновременно, и более плотно заселенными районами. Поэтому вполне можно ожидать, что степень нарушенности небольших изолированных фрагментов предгорных лесов будет выше, чем крупных участков или не фрагментированных сообществ, а более удаленных от пояса сплошных дубрав фрагментов леса выше, чем менее изолированных.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для проверки выдвинутого предположения мы использовали метод табличной обработки описаний Браун-Бланке. Несмотря на то, что главная задача этого метода – классификация растительности, он позволяет решать и другие задачи, в том числе посредством выделенных эколого-ценотических групп видов и синтаксонов индицировать определенные варианты среды (экотопы) и стадии сукцессии [12]. Группы видов, связанные с разными экотопами и стадиями сукцессии и используемые для указанных выше целей, предложено называть индикаторными ценофлорами (ИЦФ). В качестве ИЦФ могут быть использованы диагностические виды синтаксонов разного уровня (классов, порядков, союзов и так далее) [12]. В частности, в качестве сукцессионных (серийных) ИЦФ для лесной растительности (то есть индикаторов степени ее нарушенности) могут быть использованы диагностические виды лугов класса *Molinio-Arrhenatheretea*, классов синантропной (сегетальной и рудеральной) растительности (*Chenopodietea*, *Artemisietea vulgaris*, *Galio-Urticetea*, *Epilobietea angustifolii*, *Robinietea*), а также синтаксонов производных лесов (например, порядка *Prunetalia* класса *Querco-Fagetea*). Разумеется, поскольку один и тот же вид может входить в диагностическую группу синтаксонов и собственно лесной, и нелесной, синантропной растительности, то включение таких видов в состав сукцессионной индикаторной ценофлоры является достаточно условным.

Степень нарушенности сообществ определяется по спектру ИЦФ: чем выше доля в сообществах сукцессионных ИЦФ, тем выше степень их антропогенной трансформации.

Ю.С. Загурная E-mail: juseza@mail.ru

Если фрагментация является фактором, в существенной мере определяющим интенсивность нарушений сообществ, то следует ожидать, что небольшие по площади и более изолированные лесные фитоценозы будут отличаться значительным участием видов сукцессионных ИЦФ. Если нет – то распределение таких видов по фрагментам леса будет более или менее случайным.

Исследования велись на территории, охватывающей предгорные районы Республики Адыгея и Краснодарского края (в пределах Закубанской наклонной равнины). С востока район исследования ограничен междуречьем Лаба-Чамлык, с севера – правым берегом р. Кубань, с запада – междуречьем Иль-Убин, с юга – передовой ступенчатой куэстой Лесистого хребта Большого Кавказа. Согласно последнему ботанико-географическому районированию [14], район исследования располагается на стыке Бело-Лабинского и Псекупского округов Северо-Кавказской и, частично, Западно-Предкавказского округа Восточно-Европейской провинции Средиземноморской области.

В течение апреля-сентября 2005-2006 гг. были выполнены геоботанические описания на 27 изолированных участках лесных широколиственных фитоценозов предгорной части Северо-Западного Кавказа, а также на 13 участках в пределах сплошных (не фрагментированных) массивов широколиственных лесов. Данные сообщества располагаются в бассейнах рек Кубани, Белой, Лабы и их притоков – Убина, Гиаги, Фарса и др. Площадь лесных фрагментов составила от 9.5 до 616 га. Расстояние до пояса не фрагментированных широколиственных лесов составляет от 0.2 до 37.8 км, среднее расстояние до трех ближайших фрагментированных участков леса того же типа – от 0.1 до 19.2 км.

Размер площади описания составлял 1 га. В исследуемых изолированных растительных сообществах геоботанические описания выполнены в пределах удаленной от опушки гомогенной территории.

Обработка полученных описаний проведена методом классического синтаксономического анализа [13]. Латинские названия видов даны по сводке С.К. Черепанова [18].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проанализировав представленность и постоянство диагностических видов, характерных для классов и порядков, указанных в различных работах [3, 10, 11, 16, 17], мы пришли к выводу, что исследуемые лесные фитоценозы относятся к классу *Querco-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937 (табл.). Определить порядок оказалось сложнее, поскольку в описаниях присутствуют и достигают высокого постоянства диагностические виды двух порядков – *Fagetalia sylvaticae* Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski et Wallisch 1928 и *Lathyro-Carpinetalia caucasicae* Passarge 1981. В описаниях широколиственных лесов предгорий Северо-Западного Кавказа не представлены большинство видов диагностической комбинации союзов первого порядка, который объединяет мезофильные широколиственные леса [10, 11, 16, 17]. Из присутствующих диагностических видов союза *Carpino betuli-Quercion petrae* Grebenshchikov et al. 1990 порядка *Lathyro-Carpinetalia caucasicae* около половины имеют высокое постоянство (V и IV). Данный союз объединяет ксеро-мезофильные леса с *Quercus petrae*, *Carpinus betulus* и *Acer laetum* Северо-Западного Кавказа на бурых лесных почвах, подстилаемых известняками. Следует отметить, что высокие значения постоянства диагностических видов этого союза присутствуют в описаниях сообществ неизолированных низкогорных массивов дубовых лесов рассматриваемой территории.

В результате обработки табличным методом геоботанических описаний 27 изолированных лесных фитоценозов и 13 участков неизолированных широколиственных лесов были выделены 4 фитоценона и шесть групп видов, имеющих высокое постоянство в определенных группах описаний (табл.). При выделении типов леса были выбракованы 7 описаний фитоценозов лесных фрагментов, содержащие в своем составе разные сочетания

видов большинства диагностических групп и представляющие собой переходные сообщества.

Ниже мы приводим краткую характеристику шести выделенных групп, акцентируя внимание на наличие или отсутствие в их составе видов серийных ИЦФ.

Группа 1. *Festuca drymeja*, *Euphorbia squamosa*, *Acer laetum*, *Cerasus avium*. Виды, характерные для мало нарушенных коренных лесов, относящихся к союзам и порядкам класса *Quero-Fagetea*, поэтому не рассматриваются в качестве представителей сукцессинной ИЦФ.

Группа 2. *Rubus caucasicus*, *Ajuga reptans*, *Brachypodium sylvaticum*, *Fagus orientalis*, *Sorbus torminalis*. Мезофильные виды растений широколиственных лесов, диагностирующие синтаксоны разных уровней класса *Quero-Fagetea*. Индикаторные виды сукцессионных ценофлор также отсутствуют.

Группа 3. *Lysimachia verticillaris*, *Frangula alnus*, *Carex divulsa*, *Carex pendula*, *Euphorbia stricta*. Преимущественно виды широколиственных лесов, предпочитающие увлажненные местообитания. В качестве вида серийных ИЦФ можно рассматривать *Euphorbia stricta*. Несмотря на то, что молочай прямой не входит ни в одну из известных нам диагностических групп видов синантропной растительности, в литературе он приводится, в том числе, как вид нелесных (галечники, пойменные луга, берега рек) и нарушенных местообитаний (обочины дорог, вырубки) [4, 7].

Остальные виды данной группы нередко встречаются в тенистых лесах Западного Предкавказья [7, 8], поэтому в качестве видов индикаторных ценофлор они не рассматриваются. Вместе с тем, *Frangula alnus* В.А. Соломаха [16] включает в диагностическую группу союза производных лесов - *Rubo caesi – Amorphion fruticosae* Shevchyk et V. Solomakha 1996 класса *Salicetea purpureae* Moor 1958.

Группа 4. *Sanicula europaea*, *Hedera helix*, *Athyrium felix-femina*, *Dryopteris filix-mas*, *Salvia glutinosa*, *Platanthera bifolia*, *Viburnum opulus*, *Corylus avellana*, *Carex remota*, *Fragaria vesca*, *Rubus caesius*, *Melissa officinalis*, *Lysimachia nummularia.* В качестве сукцессионных видов ИЦФ в этой группе можно рассматривать *Fragaria vesca*, *Rubus caesius*, *Melissa officinalis*, *Lysimachia nummularia.*

Fragaria vesca принадлежит к характерным видам союза *Quercion robori-petreae* Br-Bl. et Tx. 1932, объединяющего сообщества дубовых, дубово-березовых и дубово-сосновых лесов украинского Полесья (класс *Quercetea robori-petrae* Br.-Bl. et Tx 1943), но в то же время относится к группе видов порядка *Epilobietalia angustifolii* R. Tx. 1950 (класс *Epilobietea angustifolii* R. Tx. et Prsg. ex von Rochow 1951), в который включают сообщества, формирующиеся на лесных вырубках в лесных и лесостепных зонах [16].

Rubus caesius и *Lysimachia nummularia* встречаются среди видов, диагностирующих союз *Rubo caesi – Amorphion fruticosae* класса *Salicetea purpureae* (пойменные прирусловые леса и кустарниковые сообщества), но в то же время и союз *Alnion incanae* Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski et Wallisch 1928 порядка *Fagetalia sylvaticae* класса *Quero-Fagetea*. *Rubus caesius* помимо этого, включен в группу диагностических видов класса синантропной древесной растительности *Robinietea* Jurko ex Hadac et Sofron 1980 [11, 16], порядка *Calystegietalia sepium* R. Tx. 1950 класса синантропной растительности рудеральных местообитаний *Galio-Urticetea* Passarge 1967 [16], а согласно Б.М. Миркину и Л.Г. Наумовой [11] принадлежит диагностической композиции союза *Aegopodion podagrariae* R.Tx. 1967 того же класса.

Melissa officinalis – диагностический вид ассоциации *Geranio collini-Melissetum officinalis* Levon 1996 союза *Galio-Alliarion* (Oberd. 1957) Lohm. et Oberd. in Oberd. et al. 1967 порядка *Galio-Alliarietalia* Oberd. ex Gors et Th.Mull. 1969 класса *Galio-Urtecea* и ассоциации *Geranio rotundifolii-Anthriscetum caucali* Levon 1996 союза *Vicion cordati-variae* Levon 1996 порядка *Sisymbrietalia* J. Tx. ex Matsz. 1962 em Gors. 1966 класса *Chenopodietea* Br.-Bl. 1951 em Lohm., J. et R. Tx 1961 e x Matsz. 1962. Первая ассоциация описана в сообществах затененных выположенных склонов в садах и парках, а также пониженных мест по берегам

ручьев, вторая – в нитрофильных сообществах под пологом уличных и парковых насаждений [16].

Группа 5. *Dactylis glomerata*, *Poa nemoralis*, *Torilis japonica*, *Carex muricata*, *C. pallescens* (ксеромезофитные и мезофитные лугово-лесные виды), *Convallaria majalis*, *Tilia begoniifolia*, *Scrophullaria nodosa* (виды влажных широколиственных лесов).

Dactylis glomerata, *Poa nemoralis*, *Convallaria majalis*, *Scrophullaria nodosa*, *Carex muricata* являются характерными видами синтаксонов классов широколиственных и смешанных лесов *Quero-Fagetea* [11, 16] и *Quercetea-pubescenti-petreae* [16]. Тем не менее, несколько видов этой группы можно отнести к серийным ИЦФ. Так, *Poa nemoralis* является также диагностическим видом класса *Robinietea* [11, 16]; порядка *Epilobietalia angustifolii* класса *Epilobietea angustifolii* [16]. *Dactylis glomerata* Б. М. Миркин и Л. Г. Наумова [11] включают в диагностическую группу союза *Arction lappae* Tx. 1937 em. Gutte 1972 (сообщества высокорослых мезофитов) порядка *Artemisietalia vulgaris* Lohm. in Tx. 1947 класса *Artemisietea vulgaris* Lohm., Prsg. et Tx. in Tx. 1950 и союз *Galio-Alliarion* (сообщества нитрофильных двулетних растений на антропогенных местообитаниях лесов и парков) порядка *Lamio albi-Chenopodietalia boni-hendrici* Kopecky 1969 класса *Galio-Urtecea*. *Torilis japonica* поселяется на опушках, вырубках, в кустарниковых зарослях [4, 5], в связи с чем его также можно отнести к видам, характеризующим степень нарушенности участков лесов.

Группа 6. *Urtica dioica*, *Sambucus nigra*, *Galium aparine*, *Malus orientalis*, *Arum orientale*, *Calystegia silvatica*, *Anthriscus sylvestris*. Первые три вида группы – сорные мезофитные виды ИЦФ нарушенных местообитаний (диагностируют класс *Robinietea*). Кроме того, *Galium aparine* и *Urtica dioica* – диагностические виды синтаксонов классов *Galio-Urtecea* и *Artemisietea vulgaris* [11, 15, 16]. Подмаренник цепкий также встречается в списке видов, характерных для союза *Papaverion rhoeadis* V. Solomakha 1987 порядка *Aperetalia* J.et R. Tx. 1960 (класс *Secalietea* Br.-Bl. 1951 по: Миркину, Наумовой [11]; *Stellarietea mediae* R.Tx. et al. ex von Rochow 1951 по: Соломаха [16]) и союза *Galeopsion bifidae* Abramova in Mirkin et al. 1985 порядка *Secalietalia* класса *Secalietea* [11, 15], которые объединяют сегетальные сообщества на серых лесных почвах, а также союза *Rubo caesi- Amorphion fruticosae* порядка *Salicetalia purpureae* класса *Salicetea purpureae* [16]. Между тем, *Urtica dioica* относится к характерным видам союза *Alnion incanae* Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski et Wallisch 1928 порядка *Fagetalia sylvaticae*, класса *Quero-Fagetea* [11].

Sambucus nigra принадлежит, согласно В.А. Соломахе [17], к диагностическим видам класса *Rhamnus - Prunetea* (кустарниковые ксеромезофитные и мезофитные сообщества лесной и степной зон Украины). Данный вид входит в группу видов, характеризующих союз *Sambuco-Salicion capreae* R.Tx. et Neumann in R.Tx. 1950 класса *Epilobietea angustifolii* (кустарниковая растительность сообществ гарей и вырубок на месте лесов класса *Quero-Fagetea*) [11, 16].

Malus orientalis, *Arum orientale*, *Calystegia silvatica*, *Anthriscus sylvestris* – виды низкогорных и равнинных лесов. *Anthriscus sylvestris* – диагностический вид сообществ кленово-липово-дубовых лесов, замещающих грабово-дубовые леса, которые относятся к союзу *Querco roboris-Tilion cordarae* Solomeshch et Laivins in Solomeshch et al. 1993 порядка *Fagetalia sylvaticae* класса *Querco-Fagetea* [16]. Кроме того, *Anthriscus sylvestris* входит в диагностическую группу синтаксонов классов синантропной растительности *Artemisietea vulgaris* [16] и *Galio-Urtecea* [11, 16]. Остальные виды, по имеющимся сведениям, не являются диагностическими видами описанных в литературе синтаксонов. Вместе с тем, и купырь лесной, и другие виды этой группы (за исключением *Arum orientale*) вполне могут рассматриваться в качестве видов сукцессионной ИЦФ. Так, обычными типами местообитаний *Calystegia silvatica* являются лесные поляны, опушки, заросли кустарников, обочины дорог [4, 7, 8]. *Malus orientalis*, как и другие дикоплодовые, имеет наиболее широкое распространение в нарушенных лесах Северо-Западного Кавказа [6].

Таким образом, группы 1-3 практически не включают сукцессионные виды, группы 4 и 5 состоят из таких видов на 30-40 %, а шестая группа – на 86 % (табл.).

Таблица 1. Диагностическая таблица сообществ широколиственных лесов предгорной части Северо-Западного Кавказа

Синтаксон	**Ярус**	**1**	**2**	**3**	**4**
Количество описаний, в том числе:		**5**	**7**	**9**	**12**
на неизолированных участках леса		**4**	**7**	**2**	**-**
больших[1] фрагментах леса		**1**	**-**	**4**	**2**
малых фрагментах леса		**-**	**-**	**3**	**10**
близких[2] фрагментах леса		**-**	**-**	**5**	**6**
удаленных фрагментах леса		**1**	**-**	**2**	**6**
1	2	3	4	5	6
Acer laetum	t_2	4	I	II	
Cerasus avium	t_3	4	II	I	I
Festuca drymeja	h	4		I	
Euphorbia squamosa	h	3	III		
Brachypodium sylvaticum	h	3	V^{+-2}	IV^{+-3}	II
Ajuga reptans	h	3	V	IV^{+-3}	I
Rubus caucasicus	s	4	IV^{1-3}	V^{+-3}	I
Sorbus torminalis	t_2	3	IV	IV	
Fagus orientalis	t_3	3	V	III	
Frangula alnus	s	1	V^{+-3}	IV^{+-3}	I
Lysimachia verticillaris	h	1	V	IV^{+-2}	II
Carex divulsa	h	1	IV	IV	I
Euphorbia stricta[3]	**h**	**1**	**III**	**IV^{+-3}**	**II**
Carex pendula	h		III	III	I
Corylus avellana	s	2	V^{+-3}		III^{r-2}
Athyrium filix – femina	h	1	V^{+-2}	I	
Platanthera bifolia	h	1	V^{+-2}	III	
Salvia glutinosa	h	1	V		
Sanicula europaea	h		III		
Viburnum opulus	s		III	I	I
Melissa officinalis	**h**		**IV**	**II**	
Fragaria vesca	**h**	**1**	**IV**	**I**	
Carex remota	h	1	III	I	I
Hedera helix	s		III		
Lysimachia nummularia	**h**		**III**	**I**	
Rubus caesius	**s**	**2**	**III^{+-3}**	**I**	**I**
Dryopteris filix-mas	h	1	III	I	
Poa nemoralis	**h**			**V^{+-2}**	**II**
Convallaria majalis	h	3	I	V^{+-3}	II
Tilia begoniifolia	t_2	2	III	V^{r-3}	I
Scrophularia nodosa	h	1	III	IV^{+-2}	I
Torilis japonica	**h**	**1**		**IV^{r-2}**	**II**
Dactylis glomerata	**h**	**1**		**III^{+-3}**	**I**
Carex muricata	h		I	III^{+-3}	
Carex pallescens	h		I	III^{+-2}	
Sambucus nigra	**s**	**1**			**V^{+-3}**
Urtica dioica	**h**		**II**	**II**	**V^{+-3}**

Продолжение табл. 1

Синтаксон	**Ярус**	**1**	**2**	**3**	**4**
Galium aparine	**h**	**1**		**I**	**V^{+-3}**
Arum orientale	h		II	II	IV^{+-3}
Anthriscus sylvestris	**h**				**IV^{+-3}**
Calystegia silvatica	**h**	**1**	**I**	**I**	**IV**
Malus orientalis	**t_2**			**I**	**III**
Диагностические виды союза ***Carpino betulii-Quercion petrae*** и **порядка *Lathyro-Carpinetalia caucasicae***					
Pyrus caucasica	t_2	5	V^{1-3}	V^{+-2}	V^{+-2}
Swida australis	s	4	V^{+-3}	V^{+-3}	V^{2-3}

Euonymus europaea	s	3	V^{+-3}	IV^{+-2}	V^{3}
Brachypodium sylvaticum	h	3	V^{+-2}	IV^{+-3}	II
Fagus orientalis	t_3	3	V	III	
Corylus avellana	s	2	V^{+-3}		III^{r-2}
Frangula alnus	s	1	V^{+-3}	IV^{+-3}	I
Cerasus avium	t_3	4	II	I	I
Acer laetum	t_2	4	I	II	
Festuca drymeja	h	4		I	
Dactylis glomerata	h	1		III^{+-3}	I
Диагностические виды порядка ***Fagetalia sylvaticae***					
Geum urbanum	h	5	V^{+-2}	V^{+-3}	V^{1-3}
Ulmus glabra	t_2	3	V^{+-2}	V^{+-3}	IV
Carex sylvatica	h	5	V	V^{+-3}	III
Athyrium filix – femina	h	1	V^{+-2}	I	
Polygonatum multiflorum	h	5	V^{+-3}	III^{+-3}	II^{+-2}
Scrophularia nodosa	h	1	III	V^{+-2}	I
Stachys sylvatica	h	1	III	II	II
Dryopteris filix-mas	h	1	III	I	
Festuca gigantea	h		II	I	I
Galium odoratum	h	1			
Paris quadrifolia	h		I		
Impatiens noli-tangere	h			I	I
Диагностические виды класса ***Querco-Fagetea***					
Quercus robur	t_1	5	V^{3-5}	V^{3-5}	V^{3-5}
Viola mirabilis	h	5	V	IV^{+-3}	IV^{+-3}
Brachypodium sylvaticum	h	3	V^{+-2}	IV^{+-3}	II
Carpinus betulus	t_2	5	V^{1-5}	IV^{+-4}	III^{+-2}
Fraxinus excelsior	t_1	5	V	V^{+-5}	III
Corylus avellana	s	2	V^{+-3}		III^{r-2}
Poa nemoralis	h			V^{+-2}	II
Viburnum opulus	s		III	I	I
Geranium robertianum	h		III	I	III
Lathyrus vernus	h	3	I	I	III
Aegopodium podagraria	h		II		I
Stellaria holostea	h			II	I
Прочие виды					
Acer campestre	t_2	4	V^{+-2}	V^{+-3}	IV^{+-4}
Crataegus monogyna	$\mathbf{t_2}$	**2**	$\mathbf{IV^{1-3}}$	$\mathbf{V^{+-3}}$	$\mathbf{V^{1-3}}$
Acer tataricum	t_2	1	V	IV^{+-2}	V^{+-4}
Ligustrum vulgare	**s**	**4**	$\mathbf{V^{1-3}}$	$\mathbf{V^{+-3}}$	**IV**
Vincetoxicum scandens	h	5	V^{1-3}	V^{r-3}	V^{+-2}

Окончание табл. 1

		1	**2**	**3**	**4**
Glechoma hederaceae	**h**	**4**	**IV**	$\mathbf{IV^{+-3}}$	**IV**
Lonicera caprifolium	s	3	V^{2-3}	V^{+-3}	III^{+-2}
Circaea lutetiana	h		V^{2-3}	IV^{+-3}	III^{+-2}
Lamium maculatum	**h**	**5**	**II**	$\mathbf{IV^{+-2}}$	$\mathbf{IV^{+-3}}$
Tamus communis	h	4	V^{+-2}	II	III^{+-3}
Acer tataricum	t_3	+	V^{r-1}	IV^{+-2}	IV^{+-4}
Crataegus microphylla	s	4	III^{1-3}		
Prunella vulgaris	**h**	**1**	**III**	**III**	**I**
Cornus mas	s	2	II	III	III^{+-2}
Polygonatum odoratum	h		III	II	I
Prunus divaricata	$\mathbf{t_2}$		**III**		**III**
Cynoglossum germanicum	h		II	III	
Hesperis matronalis	h	1	I	II	II
Orobanche sp.	h	4	I	III	I
Campanula rapunculoides	h	1	I	II	I
Helleborus caucasicus	h	3	I	II	
Symphytum grandiflorum	h	1	II	II	I

Scutellaria altissima	h	2	+	III	+
Lapsana communis	**h**		**II**	**II**	**III^{+-2}**
Phalacroloma annuum	**h**		**II**	**II**	**III^{+-2}**
Lilium monadelphum	h		II	II	I
Aethusa cynapium	h	+	+	+	+
Populus tremula	t_2		+	+	+
Sambucus ebulus	h		+	+	+

Кроме того, единично встречены: *Aegonychon purpureocoeruleum* (h) **1**-3-+, **4**-r; ***Alliaria petiolata*** (h) **2**-r, **4**-5; *Allium ursinum* (h) **1**-2, **4**-4-r; *Aruncus vulgaris* (h) **2**-r; *Asperula caucasica* (h) **1**-2; *Bromopsis benekenii* (h) **2**-r; ***Calystegia sepium*** (h) **2**-r; *Cardamine uliginosa* (h) **3**-+; ***Chaerophyllum bulbosum*** (h) **4**-r; ***Chelidonium majus*** (h) **4**-+; *Cynoglossum officinalis* (h) **4**-r; *Dictamnus caucasicus* (h) **1**-+; *Dipsacus pilosus* (h) **4**-+; *Euphorbia palustris* (h) **1**-3-r, **2**-1-r; *Heracleum sibiricum* (h) **2**-r; *Hipohoeris radicata* (h) **4**-r; ***Humulus lupulus*** (h) **3**-1, **4**-+-r; *Juncus effusus* (h) **3**-+; ***Lamium purpureum*** (h) **1**-r, **4**-3-2; *Lathyrus aureus* (h) **1**-3, **4**-+; *Luzula pilosa* (h) **3**-r; *Lycopus exaltatus* (h) **3**-1-+; *Inula salicina* (h) **4**-r; *Malva sylvestris* (h) **4**-+; *Moehringia trinervia* (h) **3**-+-r; *Myosotis sparsiflora* (h) **4**-r; *Orchidacae sp.* (h) **2**-r; *Ornithogallum arcuatum* (h) **1**-r, **4**-+; *O. woronowii* (h) **4**-r; *Pachyphragma macrophyllum* (h) **1**-+, **2**-r; *Paeonia caucasica* (h) **1**-+, **2**-r; ***Parthenocissus quinquefolia*** (s) **3**-r; *Persicaria minor* (h) **4**-1; ***Plantago major*** (h) **3**-r; *Populus alba* (t_1) **2**-1; *Pulmonaria molliss* (h) **2**-r, **4**-1-r; *Quercus hartwissiana* (t_1) **2**-r; *Ranunculus repens* (h) **3**-2-1; ***Robinia pseudoacacia*** (t_3) **3**-r; *Rosa canina* (s) **3**-r, **4**-+-r; *Rumex conglomeratus* (h) **3**-1-+, **4**-r; *Rumex sanguineus* (h) **2**, **3**-+; *Solanum dulcamara* (h) **2**-r; *Solidago virgaurea* (h) **1**-r, **3**-+; *Stachys officinalis* (h) **3**, **4**-r; ***Stellaria media*** (h) **4**-1; ***Taraxacum officinalis*** (h) **2**-r; *Veronica chamaedrys* (h) **1**, **2**-+; *Veronica hederifolia* (h) **4**-r; *Viola hirta* (h) **3**-2, **4**-1-+.

Примечание: [1]большие фрагменты леса – фрагменты площадью свыше 100 га; малые – менее 100 га. [2] близкие фрагменты леса – фрагменты, расстояние от которых до пояса сплошных лесов составляет менее 7 км; удаленные – фрагменты, расстояние от которых до пояса сплошных лесов более 7 км. [3]Жирным шрифтом выделены виды сукцессионных ИЦФ.

В группы 1 и 2 входят виды растений, более характерные для коренных типов (и относительно мало нарушенных) широколиственных лесов. Виды групп 3 и 4 характеризуют сообщества со слабой и средней степенью нарушенности. Как видно из таблицы, виды групп 1-4 были отмечены преимущественно на пробных участках, расположенных в неизолированных массивах широколиственных лесов.

Некоторые виды группы 5 являются серийными лугово-лесными видами. Они отмечены преимущественно на крупных фрагментах, где, по-видимому, на месте вырубок в условиях нормального увлажнения идет восстановление дубовых лесов.

Виды группы 6 (сорные и нарушенных местообитаний) являются индикаторами высокой степени нарушенности сообществ; встречаются преимущественно на небольших изолированных участках леса.

В описаниях семи фитоценозов лесных фрагментов, выбракованных при анализе, наблюдается снижение числа характерных видов сообществ широколиственных лесов класса *Quero-Fagetea* и повышение роли синантропных и сукцессионных видов классов *Robinietea*, *Galio-Urtecea*, *Artemisietea vulgaris* и других. Более половины этих участков леса расположены на пологих участках в северо-западной части Закубанской наклонной равнины, на давно освоенной человеком территории, претерпевшей значительные изменения. В число таких фитоценозов входят изолированные леса относительно большого размера (141.8-616 га).

В группу прочих видов в таблице входят виды, которые также можно отнести к индикаторной ценофлоре серийных сообществ: *Glechoma hederacea, Lamium maculatum*, *Lapsana communis*, *Chelidonium majus*, *Prunus divaricata*, *Phalacroloma annuum*. Встреченные, главным образом, в небольших фрагментах леса *Glechoma hederaceae*, *Lamium maculatum* и менее обильные *Alliaria petiolata*, *Chelidonium majus*, характерны для класса *Artemisietea*

vulgaris, объединяющего рудеральные сообщества высокорослых двух-многолетних нитрофильных видов [16]. С другой стороны, будру плющелистную можно отнести также к синтаксонам класса *Galio-Urticetea*, включающего в себя естественные и антропогенные нитрофильные сообщества затененных мест и опушек в лесопарках, скверов, в поймах рек и ручьев [11, 16]. В описаниях встречались другие диагностические виды этого класса - *Chaerophyllum bulbosum*, *Humulus lupulus*, *Chelidonium majus*, *Calystegia sepium* – обилие которых было невелико (1-r). *Chelidonium majus* и *Lapsana communis* характерны для класса *Robinietea* [11, 16]. Сообщества, принадлежащие данному синтаксону, как правило, представляют собой городскую спонтанную древесную растительность и сообщества искусственных древесных насаждений с доминированием *Robinia pseudoacacia*. Однако в нашем случае робиния в большинстве описаний не присутствует, а в тех сообществах, где она встречена, не является доминантом.

Ценотический анализ показывает, что в состав фрагментированных лесных фитоценозов вклиниваются и выходят на ведущие позиции виды класса *Rhamno-Prunetea* – *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*. Данный класс объединяет кустарниковые ксеромезофитные и мезофитные сообщества лесной и степной зон Украины [16].

Prunus divaricata входит в состав подлеска широколиственных лесов и опушечных зон, но, поскольку данный вид получает хорошее развитие в расстроенных лесах, мы вполне можем отнести его к группе серийных видов. Туда же входит *Phalacroloma annuum* – адвентивный сорно-рудеральный вид, встреченный как на изолированных, так и на неизолированных участках леса. *Prunella vulgaris*, отмечавшийся и в неизолированных, и в изолированных лесных участках предгорных лесов, включен некоторыми авторами в диагностическую группу класса *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937 em R. Tx 1970 [10,11].

Таким образом, результаты анализа, проведенного с использованием классического метода Браун-Бланке, показывают, что лесные фитоценозы широколиственных лесов Северо-Западного Кавказа, где высокого постоянства достигают сукцессионные виды классов древесной (*Robinietea*, *Salicetea purpureae*) и травяной (*Galio-Urtecea*, *Artemisietea vulgaris*, *Epilobietea angustifolii* и др.) растительности, приурочены преимущественно к небольшим по площади и более изолированным лесным фрагментам, что подтверждает предположение о косвенном влиянии фрагментации на степень нарушенности сообществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белюченко И.С.* Экология Кубани. Ч.I. Краснодар. 2005. 512 с.
2. *Грудзинская И.А.* Широколиственные леса предгорий Северо-Западного Кавказа // Широколиственные леса Северо-Западного Кавказа. М.: Изд-во АН СССР. 1953. С. 5-186.
3. *Гребенщиков О.С.*, *Шанина, А.А.*, *Белоновская Е.А.* Леса крайней западной части Большого Кавказа/ Биота экосистем Большого Кавказа. М. Наука. 1990. С. 63-83.
4. *Гроссгейм А.А.* Определитель растений Кавказа. М.: Советская наука. 1949. 747 с.
5. *Губанов И.А.*, *Киселева К.В.*, *Новиков В.С.*, *Тихомиров В.Н.* Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т.2. М.: Т-во научн. изд. КМК. 2003. 665 с.
6. *Елагин И.Н.* Дубовые леса крайней западной части северного склона Кавказского хребта/ Широколиственные леса Северо-Западного Кавказа. М.: Изд-во АН СССР. 1953. С. 187-243.
7. *Зернов А.С.* Флора Северо-Западного Кавказа. М. Т-во науч. изд. КМК. 2006. 664 с.
8. *Косенко И.С.* Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья. М.: Изд-во Кубанского с.-х. ин-та. 1970. 613 с.
9. *Литвинская С.А., Чередниченко Л.И.* Палеогеография Краснодарского края и появление человека: учеб. пособие. Краснодар. Кубан. гос. ун-т. 1993. 113 с.
10. *Мартыненко В.Б.*, *Ямалов С.М.*, *Жигунов О.Ю.*, *Филинов А.А.* Растительность государственного природного заповедника «Шульган-Таш». Уфа.: Гилем. 2005. 272 с.
11. *Миркин Б.М.*, *Наумова Л.Г.* Наука о растительности. Уфа.: Гилем. 1998. 406 с.

12. *Миркин Б.М.*, *Ямалов Б.М.*, *Баянов А.В.*, *Наумова Л.Г.* Вклад метода Браун-Бланке в объяснение причин видового богатства растительных сообществ // Журн. общ. биол. 2009. Т. 70. № 4. С. 285-295.

13. *Миркин Б.М.*, *Наумова Л.Г.*, *Соломещ А.И.* Современная наука о растительности: Учебник. М.: Логос. 2001. 264 с.

14. *Серединн Р.М.* Геоботаническое районирование. Северный Кавказ // Растительные ресурсы. Часть 1. Леса. Ростов на/Д.: Изд-во Ростовского ун-та. 1980. 336 с.

15. Синантропная растительность Зауралья и горно-лесной зоны Республики Башкортостан: фиторекультивационный эффект, синтаксономия, динамика. Уфа.: Гилем. 2008. 512 с.

16. *Соломаха В.А.* Синтаксономія рослинності України. Третє наближення. Київ.: Фітосоціоцентр. 2008. 296 с.

17. Флора и растительность Южно-Уральского Государственного природного заповедника/ под ред. Б.М. Миркина. Уфа.: Гилем. 2008. 528 с.

18. *Черепанов С.К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья-1995. 1995. 990 с.

USING THE BRAUN-BLANQUET METHOD TO DETERMINATION OF DISTURBANCE LEVEL OF THE BROAD-LEAVED WOODLAND PHYTOCENOSES ON FOOTHILLS OF NORTH-WESTERN CAUCASUS

© 2012 J.S. Zagurnaja

Caucasian State Biosphere Reserve, Maikop

The floristic composition of fragmented and non-fragmented forest communities on North-Western Caucasus foothills is analysed by Braun-Blanquet method. The fragmentation has indirect effect on the alteration of isolated broadleaved phytocenosses: small woodland fragments contain more successional plant species (serial species) than large ones and uninsulated woodlands.

Keywords: *forest communities, Braun-Blanquet method, successional species, indicator coenoflora, North-Western Caucasus*

J.S. Zagurnaja, E-mail: juseza@mail.ru

УДК 581.524.34:581.527.7(470.6)

ВЛИЯНИЕ ФРАГМЕНТАЦИИ НА СТЕПЕНЬ СИНАНТРОПИЗАЦИИ И АДВЕНТИВИЗАЦИИ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ ПРЕДГОРИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

© 2012 Ю.С. Загурная

Кавказский государственный природный биосферный заповедник, г. Майкоп

В статье рассматривается уровень синантропизации и адвентивизации изолированных фрагментов леса и не фрагментированных широколиственных лесов в предгорьях Северо-Западного Кавказа. Анализируется соотношение между площадью фрагментов лесных фитоценозов и долей в их составе синантропных и адвентивных видов. Результаты показывают, что степень синантропизации и адвентивизации лесных фрагментов выше, чем не изолированных лесных сообществ, однако она не зависит от площади.

Ключевые слова: *фрагментация*, *лесные фитоценозы*, *синантропные виды, адвентивные виды*, *Северо-Западный Кавказ.*

Фрагментация и изоляция естественных сообществ в результате различных антропогенных воздействий ведет к снижению видовой насыщенности сообществ за счет вымирания части видов (долговременный эффект инсуляризации: [14]). Сокращение площади природных, биотически сходных экосистем мира, рост удаленности их друг от друга сопровождается изменением ценотических отношений в сообществах и внедрением видов с широкой экологической амплитудой, вытесняющих специализированные виды. Этот процесс известен как синантропизация биологических сообществ. Одним из наиболее значимых последствий синантропизации является так называемое «биологическое загрязнение» среды – усиленное внедрение в различных регионах и акваториях видов-мигрантов, т.е. адвентивных видов [12]. В большинстве материковых районов Земли такие растения уже составляют 10-20 % видового состава флоры [11]. В островных биотах их доля выше и может достигать 45-80 % [16].

Естественные сообщества равнин и предгорий Северо-Западного Кавказа (южной части Западного Предкавказья) значительно изменены хозяйственной деятельностью человека. Так, часть предгорных широколиственных лесов в настоящее время представлена изолированными участками (фрагментами), окруженными антропогенными ландшафтами [5,7,10], а линия распространения сплошных лесов сдвинута к югу [9]. Изоляция лесных участков способствует вымиранию части оставшихся в их пределах лесных видов, место которых занимают виды соседних местообитаний, в том числе синантропные. Соотношение размеров локальных видовых пулов лесных сообществ и окружающих их фитоценозов других типов, включая луговые, сегетальные и рудеральные ценозы, будет меняться в пользу последних. Кроме того, синантропные виды обычно концентрируются вдоль границ фрагмента (экотонный эффект), однако на небольших участках могут распространяться по всей их площади. В последнем случае сообщества изолированного участка леса на всей площади будут иметь экотонный характер [16]. В силу всех этих причин, можно ожидать увеличения степени синантропизации и адвентивизации лесных сообществ на градиенте уменьшения площади лесных фрагментов.

Следует отметить возросший интерес со стороны ботаников к изучению синантропного и адвентивного компонентов флор, в том числе и на Западном Кавказе [6,8]. Однако большинство исследований носят описательный характер. Работ, посвященных анализу процессов фрагментации, синантропизации и адвентивизации сообществ, относительно немного и выполнены они преимущественно за рубежом [17-20]. Для Западного Кавказа известно несколько работ, в которых приводятся или конкретные данные по уровню синантропизации и адвентивизации региона [5], или оценки потенциала инвазибельности некоторых сообществ, в том числе лесных [2-4].

Ю.С. Загурная, E-mail: juseza@mail.ru

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Географически район исследования охватывает предгорную часть Северо-Западного Кавказа (южная часть Западного Предкавказья) и располагается между $38^{o}40^{'}$ и $40^{o}43^{'}$ в.д., $44^{o}\ 25^{'}$ и $45^{o}\ 10^{'}$ с.ш. Он охватывает районы двух административных единиц: Республики Адыгея и Краснодарского края (преимущественно Закубанскую его часть). Исходя из ботанико-географического районирования Р.М. Середина [13], данная территория отнесена к Северо-Кавказской и Восточно-Европейской провинциям Средиземноморской области.

Были обследованы 27 изолированных лесных фитоценоза, относящихся к классу широколиственных лесов *Querco-Fagetea*. Площадь лесных фрагментов варьировала от 9.5 до 616 га. Расстояние до пояса не фрагментированных широколиственных лесов составляет от 0.2 до 37.8 км, среднее расстояние до трех ближайших фрагментированных участков леса того же типа – от 0.1 до 19.2 км. В пределах удаленной от опушки гомогенной территории каждого фрагмента и 13 участков не фрагментированных широколиственных лесов на пробном участке размером 1 га, в течение мая-сентября 2005-2006 гг. были выполнены геоботанические описания. Кроме того, был составлен общий список видов растений для каждого фрагмента. Собранный гербарный материал обрабатывали с применением традиционных методов. Латинские названия видов даны по сводке С.К. Черепанова [15].

Для фрагментированных и не фрагментированных лесных фитоценозов были установлены показатели видового богатства на пробных площадях: N_g – общее число видов сосудистых растений; N_{syn} – число синантропных видов, N_{adv} – число адвентивных видов.

Для каждого фрагмента леса были определены показатели видового богатства на фрагменте леса в целом: S_g – общее число видов сосудистых растений; S_{syn} – число синантропных видов; S_{adv} – число адвентивных видов.

Под синантропными растениями мы понимаем сегетальные, рудеральные виды, виды широкого диапазона нарушенных местообитаний (эпекофиты), а также адвентивные виды.

Для оценки степени синантропизации и адвентивизации предгорных лесных фитоценозов применен простой способ – определение доли синантропных видов в конкретном сообществе или ценофлоре [1]. Согласно Л.М. Абрамовой и Б.М. Миркину [1], приняты следующие градации степени синантропизации фитоценозов: А) естественная растительность - доля синантропных видов в составе сообществ составляет до 10%; Б) слабо синантропизированные сообщества - 11-30% синантропных видов; В) средне синантропизированные - 31-50%, Г) сильно синантропизированные - 51-80%; Д) синантропные сообщества - свыше 80% таких видов.

Исходя из этого, уровень синантропизации фрагментированных и не фрагментированных лесных предгорных фитоценозов Северо-Западного Кавказа оценивали как долю (%) синантропных видов N_{syn} от общего числа видов растений на пробном участке N_g, обозначив этот параметр P_{Nsyn}. Аналогично определяли уровень адвентивизации исследуемых сообществ P_{Nadv} – как долю (%) только адвентивных видов N_{adv} от N_g. Кроме того, отдельно для каждого фрагмента в целом оценивали степень синантропизации P_{Ssyn} (S_{syn}/S_g) и адвентивизации P_{Sadv} (S_{adv}/S_g).

Вклад фактора фрагментации в усиление процессов синантропизации и адвентивизации лесных фитоценозов оценивался двумя путями:1) сравнение показателей числа и доли синантропных/адвентивных видов как на пробных площадях, так и на фрагментах леса в целом с их площадью с помощью корреляционно-регрессионного анализа; 2) сравнение показателей синантропизации и адвентивизации на не фрагментированных, крупных изолированных (площадью свыше 100 га) и малых фрагментов леса (площадью менее 100 га). Статистическая значимость выявленных различий оценивалась методом однофакторного дисперсионного анализа. Расчеты были выполнены с применением программ Microsoft Excel 2003 и Statistica 6.0.

В связи с неравномерностью распределения участков леса по классам площади при корреляционном анализе материала использованы логарифмы площади.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Уровень синантропизации широколиственных лесов и площадь лесных фрагментов.

В ценофлоре изолированных фрагментов широколиственных лесов предгорной части Северо-Западного Кавказа присутствуют нелесные виды, виды антропогенно измененных местообитаний, в том числе диагностирующие классы травяной растительности *Galio-Urticetea*, *Artemisietea vulgaris*, *Epilobietea angustifolii*, *Secalietea,* также синтаксонов классов спонтанной городской древесной растительности *Robinietea* и др.

На рисунке 1 представлены результаты анализа соотношения между степенью синантропизации сообществ и площадью лесных фрагментов. Как видно из рисунка значения как P_{Nsyn}, так и P_{Ssyn} варьируют примерно в одинаковых пределах – 10-30%. В соответствии с классификацией степени синантропизации фитоценозов [1], фрагментированные лесные фитоценозы предгорий Северо-Западного Кавказа в целом можно рассматривать как слабо синантропизированные (доля синантропных видов 11-30%) и лишь в отдельных случаях - как средне синантропизированные.

Между тем, корреляционный анализ не показал статистически значимой связи между характеристиками степени синантропизации сообществ (N_{syn} и P_{Nsyn}) и площадью лесных фрагментов (рис.1.).

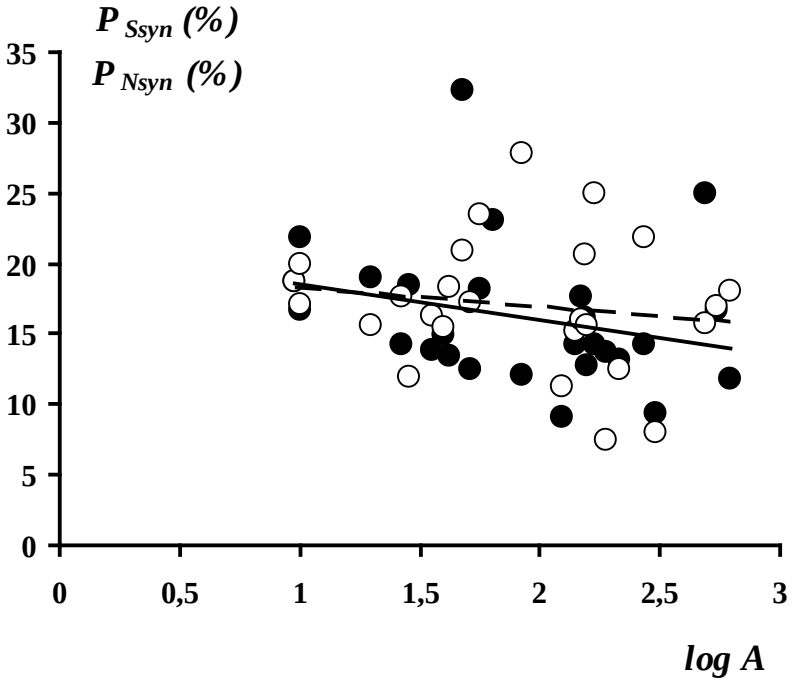


Рис. 1. Соотношение между уровнем синантропнзации лесных сообществ и площадью фрагментов (*A*):

○ –пунктирная линия — на фрагменте в целом (P_{Ssyn}): коэффициент корреляции r =-0,15;

● – сплошная линия – на пробной площади (P_{Nsyn}): r= -0,27.

В случае, если изолированный участок леса имеет относительно небольшие размеры, то в его центральную часть может проникать относительно больше синантропных видов растений, чем на крупных участках. Однако, как видно из рисунка 1, наши результаты не подтверждают данное предположение. Разница в степени синантропизации лесных фрагментов в целом и зоны их ядра фактически не меняется на градиенте площади фрагментов. Таким образом, можно сделать вывод, что применительно к нашему объекту исследований усиление проявления «экотонного эффекта» по мере снижения площади изолированных лесных участков не выражено.

Таблица 1. Уровень синантропизации лесных сообществ на пробных участках

Участки	*n*	N_{syn}	P_{Nsyn}
Небольшие фрагменты	14	6 (4-11)	17.8 (12.12-31.35)
Крупные фрагменты	13	5.62 (3-11)	14.46 (9.1-25)
Неизолированные участки	13	4.15 (2-8)	9.17 (4.2-16.33)

Обозначения: N_{syn} – число синантропных видов на пробном участке; P_{Nsyn} – доля синантропных видов на пробном участке (%); *n* – число пробных участков.

В таблице 1 представлены средние и предельные значения числа и доли синантропных видов для трех групп лесных участков. Из нее видно, что как число N_{syn}, так и доля P_{Nsyn} синантропных видов увеличиваются на градиенте уменьшения площади фрагментов. Проверка этой тенденции методом однофакторного дисперсионного анализа показала ее статистическую значимость применительно к доле синантропных видов (F=13.78, P<0.0001). Оценка силы влияния фактора площади на значения этого параметра проводилась двумя способами - по Плохинскому и Снедекору. Результаты расчета показали, что размер площади определяет степень синантропизации сообщества на 43 % по Плохинскому и 50% по Снедекору.

Таким образом, анализ уровня синантропизации только по фрагментам лесов не показывает существенного воздействия площади на процесс проникновения нехарактерных для леса видов, несмотря на довольно сильное различие в размерах исследуемых сообществ. Однако это влияние проявляется при сопоставлении степени синантропизации участков сообществ, фрагментированных и не фрагментированных лесов.

Уровень адвентивизации лесных сообществ и площадь лесных фрагментов.

На пробных участках, заложенных в 14 из 27 фрагментов леса (52 %участков), были отмечены в общей сложности пять адвентивных видов растений, причем 8 (30%) из этих участков расположены в пределах небольших (до 100 га) и 6 (22%) – в пределах крупных лесных фрагментов. Чаще других на участках сообществ встречался *Phalacroloma annuum* (13 участков). *Robinia pseudoacacia* отмечен на двух участках; *Ambrosia artemisiifolia*, *Parthenocissus quinquefolia* и *Solidago canadensis* – на одном.

На 4 пробных участках из 13, расположенных в неизолированных лесах (31%), был отмечен только один адвентивный вид – *Phalacroloma annuum*.

Что касается лесных фрагментов в целом, то на 23 (85%) из них обнаружены адвентивные виды. Общее число адвентивных видов составило 14. Помимо пяти видов, указанных ранее, в пределах фрагментов в целом встречались: *Acer negundo*, *Gleditsia triacanthos*, *Juglans regia*, *Amorpha fruticosa*, *Bidens frondosa*, *Conyza canadensis*, *Vitis labrusca*, *Phellodendron amurense*, *Narcissus poeticus*.

Как видно из рисунка 2. А, число адвентивных видов выше на крупных лесных фрагментах в целом; однако связь данного показателя с площадью статистически не значима (r = 0.28, n = 27). На пробных участках эти виды или отсутствуют, или их число незначительно. Из рисунка 2. Б следует, что доля адвентивных видов в составе лесных фрагментированных сообществ, как в целом, так и на пробных участках невысока и составляет 0-6%; статистически значимая связь между уровнем адвентивизации, как участков, так и фрагментов в целом, и площадью лесных фрагментов отсутствует.

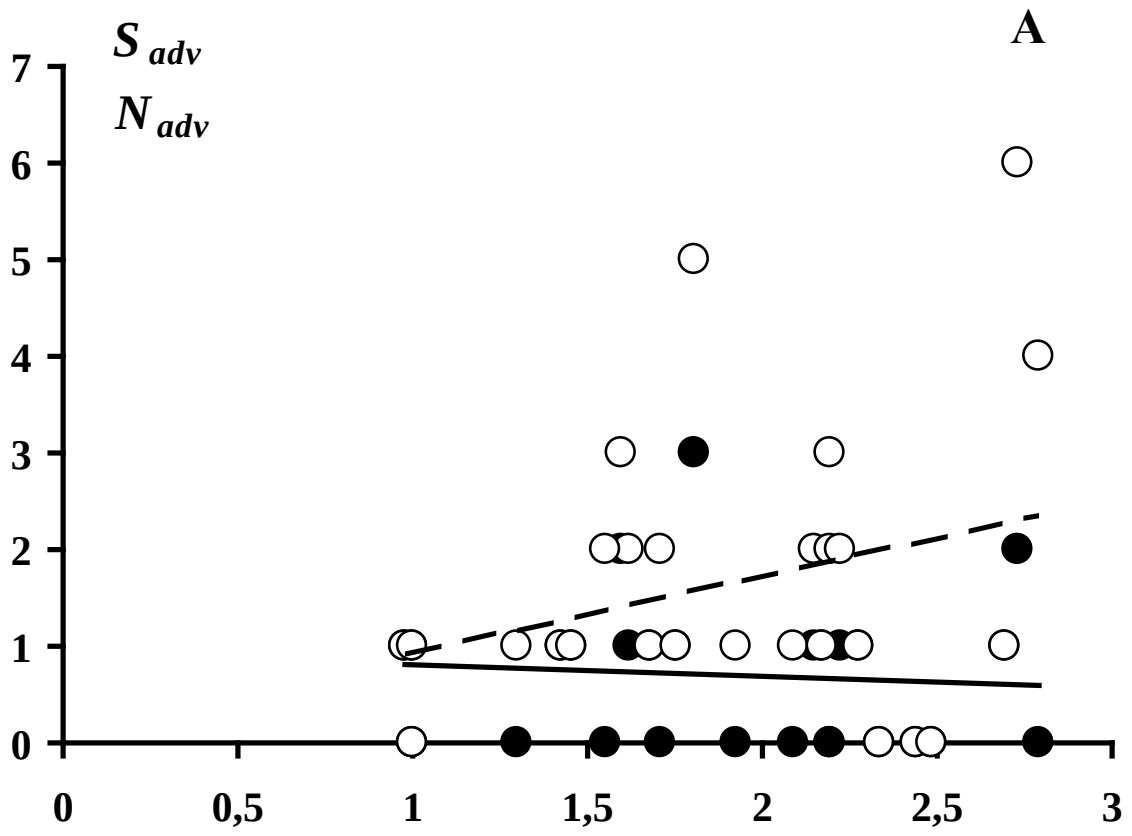
Мы сопоставили число и долю адвентивных видов на пробных участках, расположенных в пределах больших и малых изолированных и неизолированных фрагментов леса (табл. 2). Из таблицы 2 видно, что она повышается на градиенте «неизолированные участки – большие изолированные фрагменты – малые изолированные

фрагменты». Значимость различий, оцениваемая с использованием метода однофакторного дисперсионного анализа, оказалась выше критического на уровне значимости менее 0.05. Таким образом, можно считать, что уровень адвентивизации фрагментированных предгорных лесов района исследований является в настоящее время невысоким, однако он все же несколько выше, чем сплошных массивов широколиственных лесов.

Таблица 2. Уровень адвентивизации лесных сообществ на пробных участках

Участки	*n*	N_{adv}	P_{Nadv}
Небольшие фрагменты	14	0.86 (0-3)	2.42 (0-7.7)
Крупные фрагменты	13	0.54 (0-2)	1.47 (0-4.8)
Неизолированные участки	13	0.31 (0-1)	0.64 (0-2.4)

Обозначения: N_{adv}, P_{Nadv} – число и доля (%) адвентивных видов на пробном участке, соответственно; *n* – число пробных участков.



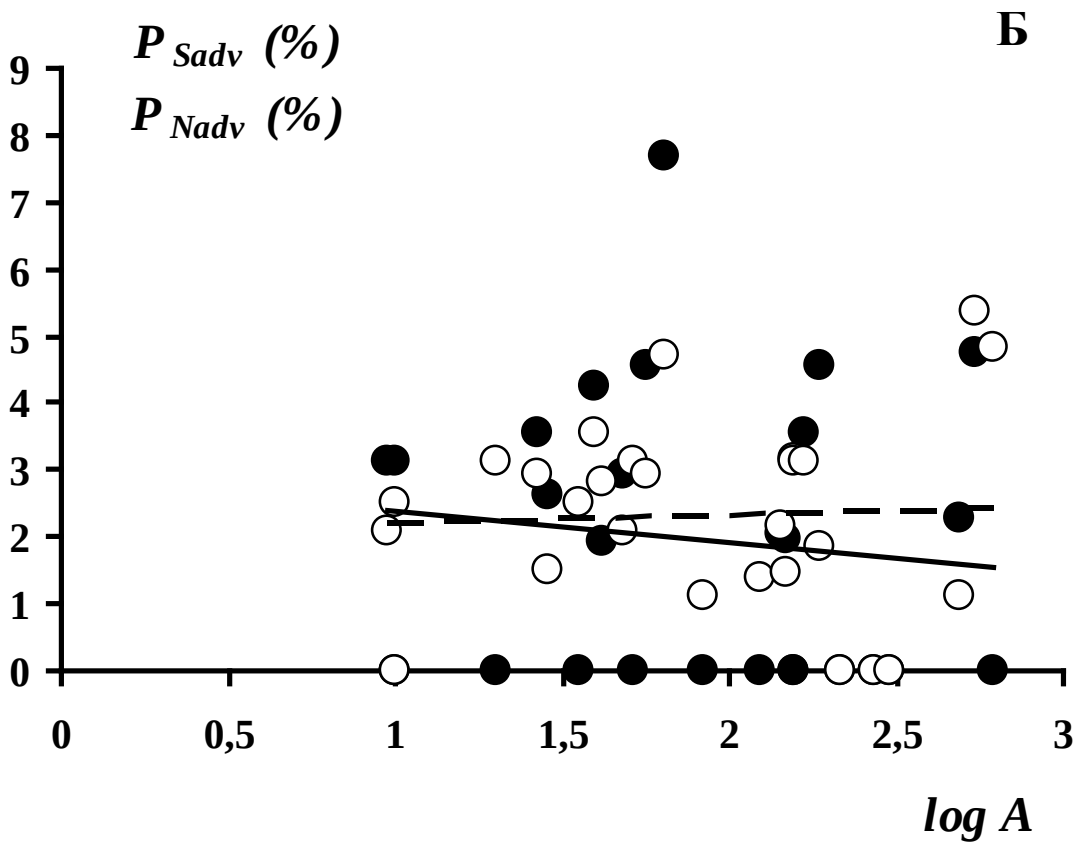


Рис. 2. Число адвентивных видов и уровень адвентивизации сообществ на фрагментированных участках леса разной площади.

А) ○ – прерывистая линия — на фрагменте в целом (S_{adv}); ● – сплошная линия – на пробном участке (N_{adv});

Б) ○ – прерывистая линия — на фрагменте в целом (P_{Sadv}); ● – сплошная линия – на пробном участке (P_{Nadv}).

Относительно низкий уровень адвентивизации фрагментированных лесов Западного Предкавказья может быть результатом, в том числе, слабого проявления островного эффекта в этих сообществах и, соответственно, относительно высокого уровня их видовой полночленности [3].

Результаты наших исследований согласуются с некоторыми данными о синантропизации и адвентивизации рассматриваемого региона. Так, И.С. Белюченко [5] указывает, что для предгорной зоны Краснодарского края уровень синантропизации флоры составляет от 10 до 60 % при весьма низком участии адвентивных видов (до 7 %).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абрамова Л.М.* Некоторые методы и опыт изучения синантропизации флоры и растительности // Мат. науч. конф. «Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ» / под ред. В.С. Новикова, А.В. Щербакова. М. Изд-во Бот. сада МГУ; Тула: Гриф и К°. 2003. С.5-7.

2. *Акатов В.В.*, *Акатова Т.В*. Об устойчивости естественных растительных сообществ Западного Кавказа к инвазии чужеродных видов // Экол. Вестник научн. Центров ЧЭС. 2006. Приложение. С. 5-12.

3. *Акатов В.В.*, *Акатова Т.В.*, *Чефранов С.Г.*, *Шадже А.Е.* Уровень полночленности и потенциал инвазибельности растительных сообществ: гипотеза соотношения видовых фондов // Журн. общ. биол. 2009а. Т. 70. № 4. С. 328-340.

4. *Акатов В.В.*, *Акатова Т.В.*, *Шадже А.Е.* Вторжение *Robinia pseudoacacia* L. в пойменные леса долины реки Белая (Западное Предкавказье): масштаб и последствия для аборигенных видов // Экологический вестник Северного Кавказа. Краснодар. 2009б. Т.5. № 1. С. 28-35.

5. *Белюченко И.С.* Экология Кубани. Ч.I. Краснодар. 2005. 512 с.

6. *Бондаренко С.В.* Адвентивная флора бассейна реки Афипс (Северо-Западный Кавказ) // Мат. науч. конф. «Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ» / под ред. В.С.Новикова и А.В.Щербакова. М. Изд-во Бот. сада МГУ; Тула: Гриф и К°. 2003. с. 21-22.

7. *Виноградов В.Г.*, *Мартынов А.С.*, *Тепляков В.К.* История лесов Европейской России с XVII века по настоящее время / Атлас биологического разнообразия лесов Европейской России и сопредельных территорий. М.: ПАИМС. 1996. 144 с.

8. *Зернов А.С.* Об адвентивной флоре Северо-Западного Кавказа//Мат. науч. конф. «Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ»/ под ред. В.С. Новикова, А.В. Щербакова. М. Изд-во Бот. сада МГУ; Тула: Гриф и К°. 2003. С. 44-45.

9. *Косенко И.С.* Ботанико-географическая характеристика районов табаководства Кубанского и Майкопского округов// Тр. КСХИ. Краснодар. 1930. Вып. 75. С. 82-128.

10.*Литвинская С.А., Чередниченко Л.И.* Палеогеография Краснодарского края и появление человека: учеб. пособие. Краснодар. Кубан. гос. ун-т. 1993. 113 с.

11.*Миркин Б.М.*, *Наумова Л.Г.* Адвентивизация растительности в призме идей современной экологии// Журн. общ. биологии. 2002. Т.3. № 6. С. 500-508.

12.*Мяло Е.Г., Дикарева Т.В.* Глобальные изменения биомов суши / Современные глобальные изменения природной среды. В 2-х томах. Т. 2. М.: Научный мир. 2006. С. 377-389.

13.*Середин Р.М.* Геоботаническое районирование. Северный Кавказ // Растительные ресурсы. Часть 1. Леса. Ростов на/Д.: Изд-во Ростовского ун-та. 1980. 336 с.

14.*Уилкокс Б.А.* Островная экология и охрана природы // Биология охраны природы. М.: Мир. 1983. 430 с.

15.*Черепанов С.К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья-1995. 1995. 990 с.

16.*Шварц Е.А.* Сохранение биоразнообразия: сообщества и экосистемы. М.: Т-во науч. изданий КМК. 2004. 112 с.

17.*Guirado M.*, *Pino J.*, *Rodà F.* Comparing the role of site disturbance and landscape properties on understory species richness in fragmented periurban Mediterranean forests/Landscape Ecology, V. 22. №. 1. 2007. P. 117-129.

18.*Harrison S.* Local and Regional diversity in a pathy landscape: native, alien, and endemic herbs on serpentine/ Ecology. V.80. №1. 1999. P. 70-80.

19.*Honnay O.*, *Endels P.*, *Vereecken H.*, *Hermy M.* The role of patch area and habitat diversity in explaining native plant species richness in disturbed suburban forest patches in northern Belgium// Diversity and Distributions. 1999. V. 5. P. 129-141.

20.*Ross K.A., Fox B. J., Fox M. D.* Changes to plant species richness in forest fragments: fragment age, disturbance and fire history may be as important as area // J. Biogeography. 2002. V. 29. P. 749-765.

THE INFLUENCE OF FRAGMENTATION ON THE DEGREE OF SYNANTHROPISATION AND ADVENTIVISATION IN WOODLAND COMMUNITIES ON THE FOOTHILLS OF NORTH-WESTERN CAUCASUS

© 2012 J.S. Zagurnaja

Caucasian State Biosphere Reserve
st. Sovetskaya 187, Maikop, 385000, Russia; juseza@mail.ru

In this paper the degree of synanthropisation and adventivisation of isolated woodland fragments and non-fragmented woods on foothills of North-Western Caucasus is examined. The relationship between the area of woodland fragments and the part of synanthropic and adventive species in their floristic composition is analysed. The results are showed, that the degree synanthropization and adventivization fragmented woodlands is higher than uninsulated woodland communities, but it is independent of the area of the fragments.

Keywords: *fragmentation, woodland communities, synanthropic species, adventive species, North-Western Caucasus*

УДК 581.55

О РАЗНООБРАЗИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БОЛОТ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ (РОССИЯ)

© 2012 Д.В. Зацаринная[1], Е. М. Волкова[2]

[1] "Объединение "Тульский областной историко-архитектурный и литературный музей"
[2] Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого

В статье представлены результаты ординации растительности болот Тульской области.
Ключевые слова: *растительность, болотные экосистемы, Тульская область*

Болота Тульской области, несмотря на небольшие размеры, характеризуются разнообразной растительностью. Евтрофные растительные сообщества характерны для пойменных, балочных и большинства водораздельных болот, мезо- и олиготрофные ценозы встречаются на водораздельных болотах, образованных в карстово-суффозионных понижениях. Такое фитоценотическое разнообразие обеспечивается неоднородностью природных условий, а также пограничным положением исследуемой территории, располагающейся на границе болотных зон [1].

Для оценки фитоценотического разнообразия болот Тульской области было проведено более 400 описаний, которые впоследствии были обработаны с использованием статистических методов (программный продукт "Graphs"). Для определения степени сходства между описаниями был выбран коэффициент Сьеренса-Чекановкого [3]. В ходе анализа вся совокупность описаний растительных сообществ была разделена на 2 больших блока. Критерием для такого разделения служили наличие древесного яруса и его характеристики (высота, сомкнутость крон). К первому блоку относятся лесные сообщества, ко второму – травяные и травяно-моховые. Внутри каждого блока выделяются группы сообществ, различающиеся по трофности питающих вод, - евтрофные, мезотрофные и олиготрофные. Наименьшей единицей является группа сообществ, на которую приходится не менее 5 описаний [2].

К **блоку лесных сообществ** относится 175 описаний, которые разделены по типу питания и составу древесного яруса на евтрофные и мезотрофные (ивняки, черноольшанники, березняки), и олиготрофные (сосняки).

Евтрофные и мезотрофные сообщества.

Ивняки (21 описание) встречаются достаточно часто на территории области, диагностируются доминированием *Salix cinerea* и дифференцируются на 2 группы. *Ивово-травяная* группа сообществ характерна для неглубоких суффозионных понижений, окраек глубоких карстовых болот по границе с минеральным берегом, а также для пойменных болот с сомкнутостью крон 0,4 и наличием в травяном ярусе *Athyrium filix-femina, Solanum dulcamara, Filipendula ulmaria.*

Ивово-белокрыльниковая группа сообществ приурочена к обводненным окрайкам (лагги) сплавин карстовых болот и характеризуется сомкнутостью крон 0,3 и высоким покрытием в травяном ярусе *Calla palustris*.

Черноольшанники формируются значительно реже и приурочены к депрессиям разного происхождения, встречаясь в поймах и генетически связанных с ними балках долины Оки, а также в сильнообводненных карстовых провалах. Такие сообщества характеризуются преобладанием в древесном ярусе *Alnus glutinosa*.

Для *черноольхово-травяной* группы сообществ (9) характерен древостой ольхи высотой более 25 м (формула древостоя 10Ол, сомкнутость 0,4), в подлеске встречаются *Salix cinerea,* реже *Padus*

Зацаринная Дина Владимировна, научный сотрудник отдела природы. E-mail: dvisloguzova@gmail.com; *Волкова Елена Михайловна*, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и технологии растениеводства. E-mail: convallaria@mail.ru

racemosa, Frangula alnus, а среди трав высокая встречаемость отмечена для *Filipendula ulmaria, Geum rivale, Urtica dioica*. Эта группа сообществ типична для болот с
богатым водно-минеральным питанием, расположенных в балках и поймах рек (Ока и ее притоки).

Чернольхово-папоротниковая группа сообществ (10) отличается участием березы в составе древостоя (формула древостоя 7О3Б, сомкнутость 0,5). Подлесок практически не выражен. В травяном ярусе часто встречаются *Athyrium filix-femina, Thelypteris palustris, Lysimachia vulgaris,* реже *Calla palustris.* Эта группа сообществ характерна для ранних этапов развития сплавин в карстово-суффозионных понижениях.

Березняки являются наиболее разнообразной группой сообществ и представлены 119-ю описаниями. В древесном ярусе преобладает *Betula pubescens* высотой до 18-20 м (формула древостоя 10Б, сомкнутость 0,3 – 0,5). Подлесок не выражен.

Березово-камышовая группа сообществ (6) характеризуется доминированием в травяном ярусе *Scirpus sylvaticus* (покрытие – 40 %), а также значительным участием *Thelypteris palustris, Athyrium filix-femina*. Для *березово-осоковой* группы (8) свойственно высокое покрытие (до 50 %) *Carex riparia* и *Carex vesicaria*. Моховой ярус в указанных сообществах не выражен. Рассмотренные группы сообществ часто встречаются на водораздельных карстово-суффозионных болотах, имеющих умеренное увлажнение за счет делювиальных или грунтовых вод и характеризующихся сплошной структурой торфяных отложений, а также для окраек сплавинных болот, находящихся на границе с минеральным берегом, реже – для осушенных пойменных болот.

Березово-белокрыльниковая группа сообществ (15) имеет покрытие *Calla palustris* не менее 30%, высокое постоянство типично для *Solanum dulcamara, Lysimachia vulgaris, Naumburgia thyrsiflora, Calamagrostis canescens*. В условиях достаточного увлажнения развивается моховой покров, образованный *Calliergon cordifolium* (от 5 до 60 %). В *березово-папоротниковой* (13) группе выделяют 2 подгруппы, отличающиеся доминированием разных видов: 1- *Thelypteris palustris* (8), 2 - *Athyrium filix-femina* (5) с участием *Dryopteris carthusiana*, *Filipendula ulmaria* и *Carex elongata.* Для *березово-травяно-сфагновой (*с участием *Sphagnum squarrosum*) группы (14**)** не выявлено выраженных доминирующих видов в травяном ярусе, но показано присутствие *Menyanthes trifoliata*, *Thelypteris palustris, Calamagrostis canescens, Calla palustris* и др. В моховом ярусе *S. squarrosum* занимает от 25 до 95 %. Перечисленные три группы сообществ характерны для обводненных окраинных частей сплавинных карстово-суффозионных болот.

В *березово-вахтово-гипновой* (7) группе в травяном ярусе доминирует *Menyanthes trifoliata* (покрытие не менее 40 %). Моховой ярус представлен *Plagiomnium ellipticum* (55 %). К этой группе близка *березово-вахтово-сфагновая (Sphagnum riparium)* (29), в которой помимо вахты (40 %), высоким постоянством характеризуются *Thelypteris palustris, Calla palustris, Comarum palustre*. В моховом ярусе *S. riparium* занимает от 30 до 100 %, участие *Plagiomnium ellipticum* не более 15 – 20 %. При сходном составе травяного яруса, но высоком покрытии *Sphagnum centrale* (60 %) в моховом покрове (с участием *S. fimbriatum. S. squarrosum*), выделяется *березово-травяно-сфагновая (Sphagnum centrale)* (10).

Березово-травяно-сфагновая группа со *Sphagnum angustifolium* (13) формируется при более бедном (частично – атмосферном) питании. В таких мезотрофных условиях в травяном ярусе произрастает не только *Menyanthes trifoliata*, но и *Eriophorum vaginatum*. В моховом покрове доминирует *S. angustifolium* (80 %). При увеличении доли атмосферных осадков в питании болота происходит увеличение покрытия олиготрофных видов *Eriophorum vaginatum* и *Sphagnum angustifolium*, появляется *S. magellanicum*. Такая группа сообществ называется *березово-пушицево-сфагновой* (5).

Группы сообществ от *березово-вахтово-гипновой* до *березово-пущицево-сфагновой* характерны для центральных частей сплавинных водораздельных болот и отражают разные стадии развития сплавины. По мере обеднения трофности питающих вод происходит мезо- и олиготрофизация растительного покрова сплавин.

Олиготрофные сообщества.

Сосняки представлены одной *сосново-пушицево-сфагновой* группой сообществ (16), которая встречается редко и приурочена к понижениям на террасах и водоразделе в приокской части области. Питание осуществляется в основном за счет атмосферных осадков или бедных делювиальных вод, стекающих по пескам. В таких условиях древесный ярус формирует *Pinus silvestris* высотой 12-13 м с участием *Betula pubescens* (сомкнутость крон 0,4). В травяно-кустарничковом ярусе доминируют *Oxycoccus palustris, Eriophorum vaginatum, Carex rostrata,* а в моховом - *S. angustifolium* (до 90 %). При дальнейшем обеднении водно-минерального питания в травяном ярусе увеличивается покрытие *Eriophorum vaginatum,* а в моховом - появляется *S. magellanicum* (около 30 %).

Блок травяных и травяно-моховых сообществ включает 206 описаний, которые разделены по типу питания на евтрофные, мезо- и олиготрофные.

Евтрофные сообщества.

Осоковая группа сообществ с доминированием *C. riparia* (5), *C. lasiocarpa* (7) и *C. vesicaria* (10) характеризуется покрытием осок 30 - 45 % и встречается на пойменных болотах, находящихся на стадиях восстановления, реже - на окрайках карстово-суффозионных болот.

Группа сообществ с преобладанием *Phragmites australis* (6) характерна для пойменных болот и обводненных мелкозалежных заболоченных понижений.

Группа сообществ с доминированием *Filipendula ulmaria* встречается редко (5) и приурочена к мелкозалежным дренируемым участкам пойменных болот.

Группы сообществ с преобладанием *Scirpus sylvaticus* (10) и с доминированием *Comarum palustre* (7) характерны для мелкозалежных суффозионных болот или минеральных окраинных частей карстово-суффозионных болот.

Группа сообществ с преобладанием *Athyrium filix-femina, Dryopteris carthusiana* (6) также редка и описана на водораздельных карстово-суффозионных болотах, находящихся на начальных стадиях формирования сплавин, реже - для окраинных участков «зрелых» сплавин.

Группы сообществ с преобладанием *Lemna minor* (5), *Solanum dulcamara* (5), *Calla palustris* (9) характерны для обводненных окраек водораздельных сплавинных болот и лагговых частей на границе с минеральным берегом.

Травяно-гипновая группа с доминированием *Calla palustris* и *Calliergon cordifolium* (10), а также *травяно-сфагновая*, для которой характерно наличие в травяном ярусе *Comarum palustre*, *Thelypteris palustris, Calla palustris, Naumburgia thyrsiflora* (7), а в моховом покрове - обилие *Sphagnum squarrosum* (покрытие 70 %), формируются на обводненных окрайках карстово-суффозионных болот с более «зрелыми» сплавинами.

Травяно-сфагновая (*Sphagnum teres*) группа сообществ встречается крайне редко (8). В составе сообществ произрастают различные виды ив (*Salix cinerea, S.lapponum, S. myrsinifolia, S. myrtilloides*). Травяной ярус не имеет выраженных доминирующих видов, но характеризуется присутствием *Menyanthes trifoliata, Carex lasiocarpa, Thelypteris palustris, Comarum palustre*, *Lysimachia vulgaris, Peucedanum palustre*. Моховой ярус формирует *S. teres* (до 95 %). Такие сообщества описаны на сплавинах карстово-суффозионных болот, в местах «нарастания» сплавины на внутриболотные озерки или по окрайке в лагговой части.

Мезо- и олиготрофные сообщества.

Осоково-кустарничково-сфагновая (*Sphagnum fallax*) *с березой* группа сообществ (7) характеризуется разреженным произрастанием березы (высота 5 – 6 м), не образующей сомкнутого древостоя. В травяно-кустарничковом ярусе высокое покрытие отмечено для *Chamaedaphne calyculata* (20-30 %), *Oxycoccus palustris (*30 %), *Carex rostrata* (15-20 %), *Carex lasiocarpa* (10 – 15 %). В моховом ярусе доминирует *S. fallax* (95 %).

Осоково-кустарничково-сфагновая (*Sphagnum angustifolium*) группа сообществ распространена достаточно широко на болотах области (70). Ее отличает однородный состав мохового яруса, который на 95 % состоит из *S. angustifolium.* По составу травяно-

кустарничкового яруса эту группу можно разделить на две подгруппы: 1) с доминированием *Carex lasiocarpa* (20-25 %) и *Oxycoccus palustris* (10-15%), участием *Comarum palustre* (7 – 10 %), 2) с доминированием *Carex rostrata (*20-25 %) и высоким покрытием кустарничков *Oxycoccus palustris* (15-20 %), *Chamaedaphne calyculata* (5-7 %).

Осоково-очеретниково-кустарничково-сфагновая (*Sphagnum angustifolium+Sphagnum magellanicum*) группа сообществ (14) характеризуется появлением в моховом покрове *S. magellanicum* (от 30 до 65 %). В травяно-кустарничковом ярусе доминирует *Oxycoccus palustris* (20-25 %) при участии *Rhynchospora alba, Carex rostrata, Carex lasiocarpa, Chamaedaphne calyculata.*

Осоково-очеретниково-сфагновой (*Sphagnum magellanicum*) группе сообществ (15) свойственно доминирование в травяно-кустарничковом ярусе *Rhynchospora alba* (20-25%) и *Carex rostrata* (10-15 %) при участии *Oxycoccus palustris, Chamaedaphne calyculata.* Моховой ярус образован *S. magellanicum* (до 90 %) с участием *Sphagnum angustifolium*. При дальнейшей олиготрофизации данная группа сообществ может перейти в пушицево-сфагновую (с *Eriophorum vaginatum, S. magellanicum*).

Описанные мезо- и олиготрофные группы сообществ характерны для центральных частей «зрелых» сплавин (толщина сплавины 2-3 м) карстово-суффозионных болот, в питании которых преобладают атмосферные осадки.

Таким образом, выделенные нами группы растительных сообществ болот Тульской области отражают экологическую специфику, связанную с распространением болотных экосистем и особенностями водно-минерального питания. В дальнейшем, полученные данные будут использованы для классификации болотных фитоценозов с привлечением различных экологических параметров (свойства болотных вод - pH, общая минерализация; структура торфяных отложений, др.).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 11-04-97538-р_центр_а)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Боч М. С., Мазинг В. В*. Экосистемы болот СССР. Л.: 1979. 188 с.
2. *Кутенков С.А*. Эколого-ценотическая структура и динамика болотных лесов Карелии: дис. канд. биолог. наук. Петрозаводск, 2004, С. 54.
3. *Новаковский А.Б.* Возможности и принципы работы программного модуля «GRAPHS» / Автоматизация научных исследований (Коми научный центр УрО РАН; Вып. 27) Сыктывкар, 2004.

ABOUT DIVERSITY OF MIRE VEGETATION IN TULA REGION (RUSSIA)

© 2012 D.V. Zatsarynnaya [1], E.M. Volkova [2]

[1]"The Union "The Tula Regional Historical, Architectural and Literary Museum"
[2]Leo Tolstoy Tula State Pedagogical University

The article shows the results of ordination of mire vegetation from Tula region.
Key words: *vegetation, mire ecosystems, Tula region*.

Dina Zatsarynnaya (Botany), researcher at the Department of Nature. E-mail: dvisloguzova@gmail.com; *Elena m. Volkova*, Ph.D. (Botany), docent of Botany department. E-mail: convallaria@mail.ru

УДК 581.9(574):582.683.2

ОСОБЕННОСТИ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ НА ТЕРРИТОРИИ БАССЕЙНА РЕКИ ИНЗЫ

© 2012 Е.Ю. Истомина

Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова, г. Ульяновск

Приводятся данные о нахождении степных сообществ на территории бассейна реки Инзы и распространении редких степных видов, включенных в Красную книгу Ульяновской и Пензенской областей.

Ключевые слова: *степные сообщества, редкие растения, Красная книга Ульяновской области, Красная книга Пензенской области.*

Река Инза – правый приток Суры, протекающий по территории Базарносызганского, Инзенского, Барышского районов Ульяновской области и Никольского района Пензенской области. Протяженность реки от истока до устья составляет 103 км. Река протекает в широтном направлении с востока на запад и отличается быстрым течением и чистой водой. Долина имеет крутой лесистый правый склон и пологий левый. Площадь бассейна равна 3115 км^2.

Господствующим типом растительности на территории бассейна р. Инзы являются сосновые леса, которые приурочены к отложениям палеогена и четвертичным древнеаллювиальным отложениям. В настоящее время в районе исследования наметилась тенденция сокращения коренных сосновых и сосново-широколиственных лесов и замена их вторичными березняками и осинниками. По данным администраций районов, в пределах которых расположена территория бассейна Инзы, лесами в Никольском районе занято 52,2 % территории (131 тыс. га), в Инзенском – 34 % (68,5 тыс. га), в Базарносызганском – 51,4 % (42,4 тыс. га), в Барышском– 43,4 % (97,9 тыс. га). Таким образом, на данный момент район наших исследований в целом отличается высокой степенью лесистости (около 50 %).

Территория бассейна р. Инзы расположена в лесостепной зоне, которая характеризуется большим флористическим разнообразием и является естественной границей распространения многих бореальных и степных видов. Долина реки является естественным коридором распространения не только адвентивных растений (*Acer negundo*, *Bidens frondosa*, *Elodea canadensis*, *Echinocystis lobata*, *Oenothera biennis*, *Thladiantha dubia* и др.), но и некоторых природных видов флоры. Многие степные растения из южных районов по крутым каменистым склонам коренных берегов р. Инзы и ее притоков проникают в северные лесные, где они является редкими и нетипичными для данной территории.

Наряду с господствующими на изучаемой территории лесами в меньшей степени присутствует и степная растительность. Особенностью степных сообществ на территории бассейна Инзы является то, что они носят локальный характер и приурочены преимущественно к крутым склонам берегов рек, оврагов или обнажениям песков. Степные участки хотя и занимают небольшие по площади территории, но отличаются значительным видовым разнообразием, что обогащает местную флору.

На территории бассейна Инзы степная растительность представлена песчаными, луговыми, разнотравно-типчаково-ковыльными и меловыми степями.

1) Песчаные степи на территории бассейна р. Инзы имеют вторичное происхождение. Они появились после вырубки чистых сосновых лесов (при отсутствии возобновления сосны) на песчаных палеогеновых и древнеаллювиальных отложениях (Природные условия Ульяновской области, 1978). Поэтому песчаным степям свойственны те же условия местообитания, которые присущи сосновым лесам на песчаных почвах. В районе исследования участки песчаных степей имеют небольшие площади, но встречаются на территории всего бассейна.

Истомина Елена Юрьевна ассистент кафедры ботаники, E-mail istominaeyu@yandex.ru

В окрестностях пос. Глотовка Инзенского района и по склонам глубокого лесного оврага в урочище Нечаевка Базарносызганского района Ульяновской области отмечены участки песчаной степи, на которых одновременно доминируют *Festuca valesiaca* и *Koeleria glauca*. Травостой значительно разрежен и представлен следующими видами: *Potentilla arenaria, Artemisia marschalliana, Gypsophila paniculata, Vincetoxicum hirundinaria, Rumex acetosella, Veronica spicata.* Особо следует отметить, что для этой ассоциации характерно присутствие лишайников из рода *Cladonia* и мха *Polytrichum piliferum*, так как степные участки находятся на опушках соснового леса.

К северо-западу от г. Инзы, к северу от с. Юлово Инзенского района Ульяновской области и к востоку от г. Никольска Пензенской области обнаружены участки песчаной степи, где наряду с *Koeleria glauca* доминируют *Gypsophila paniculata* и *Helichrysum arenarium*. Эти сообщества занимают, как правило, небольшие открытые участки в сосновых лесах на южных и юго-восточных склонах экспозиций. Травянистый ярус разреженный и достаточно бедный во флористическом составе. Здесь встречаются такие представители песчаных степей, как *Thymus marschallianus, Potentilla arenaria, Calamagrostis epigeios, Sedum acre, S. maximum.*

В 0,5 км северо-западнее от с. Аристовка Инзенского района Ульяновской области по опушкам соснового леса обнаружены участки песчаной степи с *Dianthus arenarius* и *D. volgicus* – это два близких псаммофитных вида, которые являются закрепителями песков. Эти виды на территории бассейна Инзы встречаются очень редко. *Dianthus arenarius* является редким видом европейского значения, а *Diantus volgicus* входит в состав «Красной книги Ульяновской области» (2008). Кроме того, на этом участке обнаружены другие ценные степные и лесостепные виды – *Adonis vernalis, Dianthus versicolor, Stipa pennata.*

К юго-востоку от с. Ясачный Сызган Базарносызганского района Ульяновской области расположен старый песчаный карьер (более 50 лет), по склонам которого распространены песчаные сообщества с *Calamagrostis epigeios, Thymus marschallianus, Helichrysum arenarium, Sedum acre, Artemisia marschalliana.* Здесь нами обнаружена небольшая популяция *Jurinea cyanoides,* входящая в список видов общеевропейского значения (Resolution No. 6, 1998; Council Directive, 2006).

Довольно часто в районах сосновых лесов на территории бассейна р. Инзы встречается ассоциация песчаной степи с доминированием полыни Маршалла. Маршаллополынно-разнотравная ассоциация свойственна плотным пескам, которые вполне закреплены, и занимает пологие склоны или выровненные участки. Участок такой степи отмечен к северо-востоку от г. Инзы, в окрестностях с. Аристовка Инзенского района, в окрестностях р.п. Базарный Сызган и с. Папуз-Гора Базарносызганского района Ульяновской области. Травостой в целом сильно разрежен, а единственной доминантой является *Artemisia marschalliana*. В малых степенях обилия присутствует ряд видов – *Agrostis tenuis, Poa angustifolia, Achillea nobilis, Rumex acetosella, Potentilla argentea, Centaurea pseudomaculosa, Gnaphalium sylvaticum, Sedum telephium, Festuca valesiaca* и др.

2) Луговые степи образованы сообществами кострецово-злаково-разнотравной и лабазниково-разнотравной степью, встречающиеся на склонах южных экспозиций с серыми лесными и легкосупесчаными почвами.

Участок кострецово-злаково-разнотравной степи был отмечен в окрестностях р.п. Базарный Сызган, с. Юрловка Базарносызганского района Ульяновской области, урочище «Шолом» в окрестностях с. Коржевка Никольского района Пензенской области. Травостой богато представлен лугово-степным разнотравьем – *Bromopsis riparia, Phleum phleoides, Poa angustifolia, Trifolium montanum, Fragaria viridis, Filipendula vulgaris, Galium verum, Phlomis tuberosa, Potentilla argentea, Medicago falcata*, и др. Из редких видов здесь отмечены *Adonis vernalis, Artemisia armeniaca, Dianthus pratensis, Salvia pratensis, Scorzonera purpurea, Viola accrescens* и др.

Лабазниково-разнотравная степь связана в своем распространении с более увлажненными местами. Ей соответствуют безлесные пространства балок по северным,

северо-западным склонам. Лесная растительность этих склонов представлена такими видами, как *Betula pendula, Populus tremula*. Из кустарников встречаются *Spiraea crenata, Rhamnus cathartica*, образующие часто целые заросли. По менее нарушенным от выпаса скота участкам можно наблюдать виды лугового и лесного характера: *Pyrethrum corymbosum, Filipendula vulgaris, Dactylis glomerata, Trifolium alpestre, Phlomis tuberosa, Origanum vulgare, Galium boreale, Galium verum*. Лабазниково-разнотравная степь при отсутствии выпаса с хорошо развитым травостоем довелось наблюдать в окрестностях р.п. Базарного Сызгана, с. Аристовки, урочище Вельдяпка Базарносызганского района Ульяновской области, по нижним участкам склонов в урочищах «Шолом» близ с. Коржевка и «Субботинских склонах» Никольского района Пензенской области.

3) Разнотравно-типчаково-ковыльная степь в своем распространении связана с сухими местообитаниями. Это, как правило, южные, юго-западные и юго-восточные склоны коренных берегов рек и балок. Основу травостоя составляют дерновинные злаки: *Stipa capillata, S. pennata, Festuca valesiaca, Koeleria glauca*. Как наиболее характерный степной вид доминирует *Stipa capillata*, а *Stipa. pennata* выступает в роль содоминанта, но на отдельных участках может и преобладать. Разнотравье и бобовые представлены луговыми и лугово-степными видами – *Medicago falcata, Galium verum, Artemisia austriaca, Thymus marschallianus, Astragalus austriacus, Verbascum lychnitis*. По понижениям появляются виды луговой степи: *Fragaria viridis, Filipendula vulgaris* и др. Из кустарников в разнотравно-типчаково-ковыльных степях обнаружены *Cytisus ruthenicus* и *Genista tinctoria*. Участки такой степи на территории бассейна р. Инзы отмечены к юго-востоку от с. Аристовка, к востоку от с. Большая Борисовкав Инзенского района, в окрестностях р.п. Базарный Сызган к северо-западу от с. Папуз-Гора Базарносызганского района Ульяновской области.

4) Меловые степи незначительны по площади и встречаются на территории исследования крайне редко, в основном в низовье р. Инзы, приурочены к южным склонам коренных правых берегов рек, выходам пород с высоким содержанием карбонатов. Все 3 участка меловых каменистых степей расположены в Никольском районе Пензенской области: «Субботинские склоны» (близ с. Субботино), «Шолом» (близ с. Коржевка) и «Новоараповские меловые степи» (близ с. Новоараповка). Два последних рекомендуются к охране.

Большое разнообразие редких степных и лесостепных видов наблюдается в пределах урочища «Субботинские склоны» в Никольском районе Пензенской области, которое является ООПТ регионального значения. Здесь обнаружено более 30 редких и уязвимых видов, причем 16 из них включены в состав Красной книги Пензенской области (2002) – *Adonis vernalis, Artemisia armeniaca, Aster bessarabicus, Iris aphylla, Melica transsilvanica, Cotoneaster melanocarpus, Linum flavum, Salvia verticillata, Prunella grandiflora, Stipa pennata, Spiraea crenata, S. litwinowii* и др. Сильно смытые почвы обнажают коренные породы, представленные в верхней части склонов – опоками, в нижней – мергелем. Местами наблюдаются выходы карботатов. Непосредственно на обнажениях могут разрастаться следующие виды: *Rumex acetosella, Polygonum alpinum, P. convolvulus, Psammophiliella muralis, Scleranthus annus.*

В 0,5 км к северо-западу от с. Коржевка на высоком левом коренном берегу р. Старый Калдаис (левый приток р. Инзы) расположено урочище «Шолом». На южном крутом песчано-щебнистом склоне произрастают редкие виды растений – *Seseli libanotis, Salvia verticillata, Echinops ruthenicus, Euphorbia esula.* Здесь обнаружены такие раритетные виды, как *Melica transsilvanica, Salvia verticillata, Stipa pennata, Centaurea ruthenica, Artemisia latifolia.*

На южных склонах коренного правого берега р. Инзы в окрестностях с. Новоараповка развивается специфичная степная кальцефитная флора. Небольшие фрагменты степной растительности сохранились на склонах заброшенного карьера и на примыкающих к нему участках. Обнажения (стенки бывшего карьера) южной экспозиции покрыты отдельными меловыми видами. Именно здесь небольшие пятна образует кальцефильные однолетники

Chaenorhinum minus и *Erucastrum gallicum*, которые прежде в области не отмечались (Васюков, 2004; Солянов, 2001). На этом степном участке обнаружено 9 редких для Пензенской области видов – *Stipa pennata, Polygala sibirica, Anemone sylvestris, Adonis vernalis, Aster bessarabicus, Linum flavum, Chaenorhinum minus, Erucastrum gallicum, Viola tanaitica.*

Всего в составе степных и лесостепных сообществ бассейна р. Инзы нами обнаружено 39 редких видов, включенных в Красную книгу Ульяновской или Пензенской областей. К ним относятся раритетные виды родов *Artemisia, Spiraea, Stipa,* а также *Iris aphylla, Adonis vernalis, Cotoneaster melanocarpus, Polygala sibirica, Linum flavum, Galatella linosyris, G. villosa, Ephedra distachya, Viola tanaitica, Salvia verticillata, Linaria genistifolia* и др.

Особое внимание при изучении растений необходимо уделить видам из категории редких, находящихся на границах своего географического распространения, так как они более уязвимы и нуждаются в тщательном сохранении местообитаний. К видам, обитающим близ северной границе ареала на территории бассейна р. Инзы, относятся (6 видов) – *Artemisia pontica, Ephedra distachya, Festuca regeliana, Leymus racemosus, Melica transsilvanica, Lychnis chalcedonica*. Все эти виды, за исключением последнего, характерны для степных сообществ, поэтому для лесных районов являются редкими и весьма уязвимыми.

Близ северной границы распространения находится ценный вид, включенный в Красные книги Ульяновской и Пензенской областей – *Artemisia pontica*. Она произрастает на склоновых и водораздельных луговых степях, в зарослях степных кустарников, на лесных полянах, иногда на солонцах. Ареал вида сокращается в связи с нарушением естественных взаимоотношений между лесной и степной растительностью и выпадением такого важного элемента лесостепи, как кустарниковая опушка, где для этого вида создаются оптимальные условия существования. На территории Пензенской области полынь понтийская произрастает преимущественно в южных и центральных степных и лесостепных районах, и только в левобережной части р. Суры. В Ульяновской области встречается редко по степным и лесостепным районам Правобережья. В Инзенском районе обнаружена впервые в июле 2005 г. в ходе экспедиции под руководством Т. Б. Силаевой в верховьях р. Инзы, западнее с. Большая Борисовка, в кустарниковой степи на песчано-каменистой почве.

Другим ценным видом является *Ephedra distachya*, которая произрастает в степях, по меловым и мергелистым склонам, на песках. На территории Пензенской области она встречается в центральной и южной частях области, в Белинском, Камешкирском, Неверкинском, Пензенском районах. В Ульяновской области *Ephedra distachya* отмечена на юго-востоке Левобережья и в южной половине Правобержья. На территории исследования хвойник двуколосковый обнаружен в Ульяновской области восточнее с. Аристовка Инзенского района, на высоком песчано-каменистом склоне правого берега р. Инзы. Ближайшее местонахождение вида расположено к западу от с. Новый Дол Барышского района (Силаева, 2005) и на склонах с выходами мела у села Коржевка Инзенского района (Письмаркина, 2011). Для защиты этого редкого степного вида необходимо сохранять его местообитания.

На песчано-каменистых склонах редко встречается *Melica transsilvanica*. На территории Пензенской области вид отмечен в Каменском, Кондольском, Никольском районах. В Ульяновской области перловник трансильванский является достаточно редким и произрастает преимущественно в приволжских и южных районах Правобережья. На территории бассейна р. Инзы встречается очень редко, только в левобережном районе. Известен в окрестностях с. Субботино Никольского района Пензенской области, в урочище «Субботинские склоны», 18.06.2009 г., Е.Ю. Истомина (UPSU) и в 0,5 км к северо-западу от с. Коржевка Никольского района Пензенской области урочище «Шолом» (Новикова, 2003). Ближайшее местонахождение расположено в окрестностях с. Пятино Инзенского района Ульяновской области.

В верховьях р. Инзы обнаружена *Festuca regeliana* (*F. orientalis* (Hack.) V. Krecz. et Bobrov), которая находится близ северной границы распространения. На изучаемой территории известна из следующих пунктов: к северо-западу от с. Должниково Базарносызганского района Ульяновской области, июнь 1970 г., Ю.А. Пчелкин (UPSU); восточнее с. Аристовка Инзенского района Ульяновской области, в пойме на правом берегу р. Инзы близ дороги, 01.07.2005 г., Т.Б. Силаева, И.В. Кирюхин, А.А. Чиркаева (GMU); в урочище «Субботинские склоны» Никольского района Пензенской области, в нижней части склонов, 18.06.2009 г., Е.Ю. Истомина (UPSU).

Дискуссионным является вопрос о нахождении *Leymus racemosus* на территории бассейна Инзы на северной границе ареала, так как здесь вид приурочен к антропогенным местообитаниям. Обнаружен исключительно на южных склонах крутых каменистых насыпей железнодорожных путей: в р.п. Базарном Сызгане, с. Должниково Базарносызганского района Ульяновской области, июнь 1970 г., Ю.А. Пчелкин (UPSU); в 1 км северо-западнее с. Сюксюм Инзенского района Ульяновской области, 29.06.2009 г., Е.Ю. Истомина (UPSU). Однако, в южных районах области – Старокулаткинском, Новоспасском, Павловском, *Leymus racemosus* произрастает в песчаных степях и является закрепителем песков.

В рамках проекта «Выявление потенциальных территорий особого природоохранного значения Изумрудной сети в Российской Федерации», осуществленного по поручению Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации в рамках Программы содействия Совета Европы и Европейского Союза выполнению Программы работ по охраняемым территориям Конвенции о биологическом разнообразии, в бассейне Инзы проведено описание 12 участков (Изумрудная книга…, 2011). К ним отнесены степные объекты: Остепненные склоны реки Сызганки, Луговые и лесостепные сообщества в окрестностях с. Аристовка, Навоараповский меловые степи, Субботинские склоны. Эти территории могут выполнять не только природоохранную функцию, но и служить базой для дальнейших мониторинговых наблюдений за изменением флоры и растительности данного региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васюков В.М*. Растения Пензенской области. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 184 с.
2. Изумрудная книга Российской Федерации: территории особого природоохранного значения Европейской России. – М.: Изд-во В.А. Скороходова, 2011.
3. Красная книга Пензенской области. Том 1. Растения и грибы. – Пенза: Комитет природных ресурсов по Пензенской области, 2002. – 160 с.
4. Красная книга Ульяновской области. – Ульяновск: Изд-во «Артишок», 2008. – 508 с.
5. *Письмаркина Е.В., Пузыркина М.В., Лабутин Д.С.* Новые находки эфедры двухколосковой (Ephedra distachya L.) на северно-западне Ульяновской области // Экология и география растений и сообществ Среднего Поволжья. – Тольятти, 2011в. – С. 208–210.
6. Природные условия Ульяновской области. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1978. – 328 с.
7. *Новикова Л. А*. Значение памятников природы для сохранения меловых степей Пензенской области // Степи Северной Евразии. Эталонные степные ландшафты: проблемы охраны, экологической реставрации и использования: Материалы III Междунар. симпоз. – Оренбург, 2003. – С. 374 – 376.
8. *Силаева Т.Б., Кирюхин И.В., Письмаркина Е.В.* Новые флористические материалы для Красной книги Ульяновской области // Изв. Самар. науч. центра РАН.– 2005. – № 4. – С. 183–189.
9. *Солянов А.А*. Флора Пензенской области. – Пенза: ИПК «Пензенская правда», 2001. – 310 с.

10. Council Directive 2006/105/EC of 20 November 2006 adapting Directives 73/239/EEC, 74/557/EEC and 2002/83/EC in the field of environment, by reason of the accession of Bulgaria and Romania // Official Journal L 363 of 20.12.2006. – p. 368–408.

11. Resolution No. 6 (1998) of the Standing Committee of the Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. https://wcd.coe.int/ViewDoc.jsp?id=1475233&Site=DG4Nature&BackColorInternet=DBDCF2&BackColorIntranet=FDC864&BackColorLogged=FDC864

ESPECIALLY THE STEPPE COMMUNITIES IN THE BASIN OF THE RIVER INZY

© 2012 E.J. Istomina

Ulyanovsk the state pedagogical university of I.N.Ulyanov

Provides information about finding steppe communities in the basin of the River Inzy and distribution of rare steppe species included in the Red Book of Ulyanovsk and Penza.

Keywords: *steppe community, rare plants, Red Book Ulyanovsk region, Red Book Penza region.*

Istomina Elena Jurevna the laboratorian of botany, e-mail istominaeyu@yandex.ru

УДК 581.5 (470.51)(045)

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ ГОРОДА ИЖЕВСКА

© 2012 О.А. Капитонова

ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет», г. Ижевск

Приводятся система растительности водоемов и водотоков г. Ижевска. В составе растительности выделено 120 ассоциаций из 72 формаций, входящих в 5 классов формаций, 3 группы формаций и 2 типа растительности.

Ключевые слова: *водная и прибрежно-водная растительность, растительность водоемов и водотоков, водные макрофиты, городская растительность, Ижевск, Удмуртская Республика*.

Изучена и проанализирована растительность водоемов и водотоков г. Ижевска – крупного административного и промышленного центра, столицы Удмуртской Республики, расположенного на зональном стыке южной тайги и хвойно-широколиственных лесов. Водная и прибрежно-водная макрофитная растительность развивается в разнообразных типах городских водных объектов – Ижевском водохранилище – одном из наиболее крупных и старых водных объектов Вятско-Камского Предуралья, созданного в 1760 г., малых реках и ручьях, речных старицах, прудах, техногенных озерах, водоемах мелиоративной системы, разнообразных эфемерных водоемах. Собранный в течение полевых сезонов 1995-2011 гг. материал обработан согласно принципам доминантной системы классификации растительности. Ниже приводится система изученной растительности, при построении которой использован доминантно-детерминантной подход [1].

I. ТИП РАСТИТЕЛЬНОСТИ. ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ. AQUIPHYTOSA

А. Группа классов. Настоящая водная растительность. Aquiphytosa genuina

I. Класс формаций. Настоящая водная (гидрофитная) растительность. Aquiphytosa genuina

1. Группа формаций макроводорослей и водных мхов – Aquiherbosa macroalgacea et muscosa

1. Формация кладофоры – Cladophoreta glomeratae
   Acc.: 1) Cladophoretum glomeratae

2. Группа формаций гидрофитов, свободно плавающих в толще воды – Aquiherbosa genuina demersa natans

2. Формация ряски трехдольной – Lemneta trisulcae
   Acc.: 2) Lemnetum trisulcae
3. Формация роголистника темно-зеленого – Ceratophylleta demersi
   Acc.: 3) Ceratophylletum demersi,
   4) Potamogetono lucentis-Ceratophylletum demersi
   5) Lemno-Ceratophylletum demersi
   6) Hydrocharito-Ceratophylletum demersi
4. Формация пузырчатки обыкновенной – Utricularieta vulgaris
   Acc.: 7) Utricularietum vulgaris
   8) Lemno minori-Utricularietum vulgaris

3. Группа формаций погруженных укореняющихся гидрофитов – Aquiherbosa genuina submersa radicans

5. Формация рдеста блестящего – Potamogetoneta lucentis.
   Acc.: 9) Potamogetonetum lucentis
   10) Lemno-Potamogetonetum lucentis
   11) Ceratophyllo-Potamogetonetum lucentis
6. Формация рдеста пронзеннолистного – Potamogetoneta perfoliati.

Капитонова Ольга Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой общей экологии, E-mail: kapoa@uni.udm.ru

Acc.: 12) Potamogetonetum perfoliati
13) Ceratophyllo demersi-Potamogetonetum perfoliati
14) Potamogetonetum lucentis-perfoliati
15) Potamogetonetum pectinati-perfoliati

7. Формация рдеста длиннейшего – Potamogetoneta praelongi
Acc.: 16) Potamogetonetum praelongi
8. Формация рдеста курчавого – Potamogetoneta crispi
Acc.: 17) Potamogetonetum crispi
9. Формация рдеста иволистного – Potamogetoneta salicifoliae.
Acc.: 18) Potamogetonetum salicifolae
10. Формация рдеста жилковатого – Potamogetoneta nervigeri.
Acc.: 19) Hydrophytoso-Potamogetonetum nervigeri
11. Формация рдеста сплюснутого – Potamogetoneta compressi
Acc.: 20) Lemno-Potamogetonetum compressi
12. Формация рдеста Фриса – Potamogetoneta friesii
Acc.: 21) Potamogetonetum friesii
22) Ceratophyllo demersi-Potamogetonetum friesii
13. Формация рдеста Берхтольда – Potamogetoneta berchtoldii
Acc.: 23) Potamogetonetum berchtoldii
24) Lemno-Potamogetonetum berchtoldii
14. Формация рдеста волосовидного – Potamogetoneta trichoides
Acc.: 25) Potamogetonetum trichoides
15. Формация рдеста маленького – Potamogetoneta pusilli
Acc.: 26) Potamogetonetum pusilli
16. Формация рдеста гребенчатого – Potamogetoneta pectinati.
Acc.: 27) Potamogetonetum pectinati
28) Lemno-Potamogetonetum pectinati
17. Формация элодеи канадской – Elodeeta canadensis
Acc.: 29) Elodeetum canadensis
30) Lemno-Elodeetum canadensis
31) Ceratophyllo-Elodeetum canadensis
32) Hydrophytoso-Elodeetum canadensis
18. Формация урути мутовчатой – Myriophylleta verticillati
Acc.: 33) Myriophylletum verticillati
34) Hydrophytoso-Myriophylletum verticillati
19. Формация шелковника волосолистного – Batrachieta trichophylli
Acc.: 35) Batrachietum trichophylli

4. Группа формаций укореняющихся гидрофитов с плавающими на воде листьями – Aquiherbosa genuina radicans foliis natantibus

20. Формация кубышки желтой – Nuphareta luteae
Acc.: 36) Nupharetum luteae
37) Lemno-Nupharetum luteae
38) Potamogetoneto lucentis-Nupharetum luteae
39) Ceratophyllo demersi-Nupharetum luteae
40) Myriophyllo verticillati-Nympharetum luteae
21. Формация кувшинки чисто-белой – Nymphaeeta candidae
Acc.: 41) Lemno-Nymphaeetum candidae
22. Формация рдеста плавающего – Potamogetoneta natantis
Acc.: 42) Potamogetonetum natantis
43) Lemno-Potamogetonetum natantis
44) Ceratophyllo demersi-Potamogetonetum natantis
23. Формация рдеста альпийского – Potamogetoneta alpini

Acc.: 45) Potamogetonetum alpini

24. Формация горца земноводного – Persicarieta amphibii

Acc.: 46) Persicarietum amphibii

47) Lemno-Persicarietum amphibii

5. Группа формаций гидрофитов, свободно плавающих на поверхности воды – Aquiherbosa genuina natans

25. Формация рясок – Lemneta

Acc.: 48) Lemnetum minori

49) Lemnetum turioniferi

50) Lemno-Spirodeletum polyrhizae

26. Формация водокраса лягушачьего – Hydrochaieta morsus-ranae.

Acc.: 51) Lemno-Hydrochaietum morsus-ranae

Б. Группа классов. Прибрежно-водная растительность. Aquiherbosa vadosa

II. Класс формаций. Воздушно-водная (гелофитная) растительность – Aquiherbosa helophyta

6. Группа формаций низкотравных гелофитов – Aquiherbosa helophyta humilis

27. Формация хвоща приречного – Equiseteta fluviatilis.

Acc.: 52) Equisetetum fluviatilis

53) Heteroherboso-Equisetetum fluviatilis

28. Формация стрелолиста обыкновенного – Sagittarieta sagittifoliae

Acc.: 54) Sagittarietum sagittifoliae

29. Формация частухи подорожниковой – Alismateta plantago-aquaticae

Acc.: 55) Alismetum plantago-aquaticae

30. Формация сусака зонтичного – Butometa umellati

Acc.: 56) Butometum umellati

31. Формация ежеголовника всплывшего – Sparganieta emersi

Acc.: 57) Hydrophytoso-Sparganietum emersi

58) Heteroherboso-Sparganietum emersi

32. Формация ежеголовника мелкоплодного – Sparganieta microcarpi

Acc.: 59) Lemno-Sparganietum microcarpi

7. Группа формаций высокотравных гелофитов – Aquiherbosa helophyta procera

33. Формация камыша озерного – Scirpeta lacustris

Acc.: 60) Scirpetum lacustris

34. Формация манника большого – Glycerieta maximae

Acc.: 61) Glycerietum maximae

35. Формация тростника южного – Phragmiteta australis

Acc.: 62) Phragmitetum australis

63) Spirodelo-Phragmitetum australis

64) Ceratophyllo-Phragmitetum australis

65) Equiseto fluviatilis-Phragmitetum australis

66) Typheto latifoliae-Phragmitetum australis

67) Typheto angustifoliae-Phragmitetum australis

68) Heteroherboso-Phragmitetum australis

36. Формация тростника высочайшего – Phragmiteta altissimi

Acc.: 69) Phragmitetum altissimi

37. Формация рогоза широколистного – Typheto latifoliae

Acc.: 70) Typhetum latifoliae

71) Typhetum angustifoliae-latifoliae

72) Phalaroideto-Typhetum latifoliae

73) Glycerio maximae-Typhetum latifoliae

74) Heteroherboso-Typhetum latifoliae

38. Формация рогоза промежуточного – Typheta intermediae

Acc.: 75) Heteroherboso-Typhetum intermediae

39. Формация рогоза узколистного – Typheta angustifoliae
Acc.: 76) Typhetum angustifoliae
77) Lemno-Typhetum angustifoliae
78) Ceratophyllo-Typhetum angustifoliae
79) Hydrophytoso-Typhetum angustifoliae
80) Equiseto fluviatilis-Typhetum angustifoliae
81) Thelipterio-Typhetum angustifoliae
82) Heteroherboso-Typhetum angustifoliae
40. Формация рогоза Смирнова – Typheto smirnoviae
Acc.: 83) Typhetum smirnoviae
41. Формация рогоза Шутлеворта – Typheta shuthleworthii
Acc.: 84) Typhetum shuthleworthii
42. Формация рогоза высокого – Typheta elatae
Acc.: 85) Typhetum elatae
43. Формация рогоза сизого – Typheta glaucae
Acc.: 86) Heteroherboso-Typhetum glaucae

III. Класс формаций. Гигрогелофитная растительность – Aquiherbosa hygrohelophyta

44. Формация осоки острой – Cariceta acutae
Acc.: 87) Caricetum acutae
88) Equiseto fluviatilis-Caricetum acutae
89) Heteroherboso-Caricetum acutae
45. Формация осоки вздутой – Cariceta rostratae
Acc.: 90) Caricetum rostratae
46. Формация осоки береговой – Cariceta ripariae
Acc.: 91) Caricetum ripariae
47. Формация осоки вздутоносой – Cariceta rhynchophysae
Acc.: 92) Heteroherboso-Caricetum rhynchophysae
48. Формация осоки ложносытевой – Cariceta pseudocyperi
Acc.: 93) Heteroherboso-Caricetum pseudocyperi
49. Формация ситняга австрийского – Eleocharita austriacae
Acc.: 94) Eleocharietum ausrtiacae
50. Формация ситняга болотного – Eleocharita palustris
Acc.: 95) Eleocharietum palustris
51. Формация ситняга сосочкового – Eleocharieta mamillatae
Acc.: 96) Eleocharietum mamillatae
52. Формация клубнекамыша плоскоплодного – Bolboschoeneta koshewnikowi
Acc.: 97) Bolboschoenetum koshewnikowi
53. Формация полевицы побегообразующей – Agrostideta stoloniferae
Acc.: 98) Agrostidetum stoloniferae
99) Heteroherboso-Agrostidetum stoloniferae
54. Формация белокрыльника болотного – Calleta palustris
Acc.: 100) Calletum palustris
55. Формация вороники поручейной – Veroniceta beccabungae
Acc.: 101) Veronicetum beccabungae f. submerse
56. Формация вахты трехлистной – Menyantheta trifoliatae
Acc.: 102) Menyanthetum trifoliatae
57. Формация сердечника горького – Cardamineta amarae
Acc.: 103) Cardaminetum amarae

II. ТИП РАСТИТЕЛЬНОСТИ. БЕРЕГОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ – RIPAROPHYTOSA

B. Группа классов. Древесно-кустарниково-травянистая растительность – Riparophytosa arbo-frutescenso-herbosus

IV. Класс формаций. Древесно-кустарниковая береговая растительность – Riparophytosa arbo-frutescens

58. Формация ивы пепельной – Saliceta cinereae
Acc.: 104) Salicetum cinereae
59. Формация ивы шерстистопобеговой – Saliceta dasyclados
Acc.: 105) Salicetum dasyclados
60. Формация ивы корзиночной – Saliceta viminalis
Acc.: 106) Salicetum viminalis
61. Формация ивы трехтычинковой – Saliceta triandrae
Acc.: 107) Salicetum triandrae
62. Формация ольхи серой – Alneta incanae
Acc.: 108) Alnetum incanae

V. Класс формаций. Травянистая береговая растительность – Riparophytosa herbosus

63. Формация камыша лесного – Scirpeta sylvataci
Acc.: 109) Scirpetum sylvatici
110) Cariceto rhynchophysae-Scirpetum sylvatici
64. Формация двукисточника тростниковидного – Phalaroideta arundinacea
Acc.: 111) Phalaroidetum arundinaceae
65. Формация лисохвоста равного – Alopecureta aequalis
Acc.: 112) Heteroherboso-Alopecuretum aequalis
66. Формация манника складчатого – Glycerieta notatae
Acc.: 113) Glycerietum notatae
67. Формация триостренника болотного – Triglochineta palustri
Acc.: 114) Triglochinetum palustri
68. Формация лютика ядовитого – Ranunculeta scelerati.
Acc.: 115) Ranunculetum scelerati
69. Формация горца малого – Persicarieta minori
Acc.: 116) Persicarietum minori
70. Формация жерушника болотного – Rorippeta palustris
Acc.: 117) Rorippetum palustris
71. Формация череды – Bidenteta
Acc.: 118) Bidentetum cernua
119) Bidentetum tripartitae
72. Формация белокопытника ложного – Petasiteta spurii
Acc.: 120) Petasitetum spurii.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Папченков В.Г.* Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: ЦМП МУБиНТ, 2001. 214 с.

THE VEGETATION OF THE WATER RESERVOIRS AND RIVERS OF IZHEVSK

© 2012 O.A. Kapitonova

FSFEI HPE «Udmurt State University»

A system of the vegetation of the water reservoirs and rivers of Izhevsk are presented. The structure of the growth contains 120 a ssociations from 72 f ormations, witch are included in 5 c lassis of formations, 3 g roups of formations and 2 types of growth.

Key words: *aquatic and semiaquatic vegetation, the growth of the water reservoirs and rivers, aquatic macrophytes, urban growth, Izhevsk, Udmurt Republic.*

Kapitonova Olga Anatoljevna, candidate of biology, associate professor, Head of chair of the general ecology e-mail: kapoa@uni.udm.ru

УДК 167/168:521 (1-924.16, 1-924.14)

ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ФЕННОСКАНДИИ (ВКЛЮЧАЯ КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

© 2012 Н.Е. Королева

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина (ПАБСИ) КНЦ РАН, г. Кировск

Дан исторический обзор и анализ современного состояния классификации растительности в Мурманской области, в сравнении с основными направлениями синтаксономии и типологии растительности в странах Фенноскандии.

Ключевые слова*: история и методология науки, геоботаника, синтаксономия, картографирование, Мурманская область, Фенноскандия*

Научный вклад ученых-ботаников Скандинавских стран, по образному выражению Р. Уиттекера, является «одним из великолепнейших явлений во всей истории экологии» [46, p. 38]. Развитие, взаимная связь и обусловленность фитоценологических концепций и теорий в рамках наиболее известных научных школ стран Фенноскандии – это предмет нескольких вполне исчерпывающих аналитических историко-биологических исследований [1; 23; 46; 33 и др.]. Меньше известно об истории геоботанических исследований на Кольском полуострове, хотя они, как и научное освоение Арктики в целом, представляют собой наиболее яркие страницы истории науки.

Сопоставление современного состояния синтаксономии (особенно в связи с актуальными проблемами картографирования растительности) в северной части единой физико-географической страны, какой является Фенноскандия, может помочь выявить и тенденции в развитии науки о растительности в целом. Таким образом, основная цель данной статьи – сравнительный (и очень краткий) анализ основных работ по классификации и картографированию зональной и поясной тундровой растительности Мурманской области в сравнении с таковыми в северной Фенноскандии.

Первым крупным обобщением сведений о растительности Кольского полуострова стало геоботаническое обследование К. Регелем в 1911-1914 гг. Мурманской, Туломской, Варзугской, Понойской и Имандровской Лапландии. Своей задачей Регель считал сбор как можно более обширных и полных фактических данных о растительности, «поскольку все гипотезы преходящи» [42: Vorwort, VIII], им было выполнено более 1200 описаний растительности. Регель полагал, что при изучении растительности одинаково важны как видовой состав сообществ, так и экологические факторы местообитания, в частности, топографическое положение и условия увлажнения. Его растительные единицы (ассоциации) имеют подробную географическую привязку, характеристику состава и структуры, название, и, в целом, многие из них удовлетворяют современным требованиям к валидной публикации [45], хотя большинство описаний страдают явной неполнотой. Тем не менее, от этой работы можно вести отсчет развития региональной геоботаники на Кольском полуострове.

Очень качественные синтаксономические исследования выполнены на бывшей финской (по Тартускому договору 1920 г.) территории Мурманской области финскими ботаниками. Доминантную классификацию травяных сообществ (болот, лугов, тундровых луговин) п-ова Рыбачий выполнил А. Калела [35], работа Р. Каллиолы [36] о тундровой растительности западной части п-ова Рыбачий и Печенгских тундр основывается на методологии Р. Нордхагена [38; 39; 40], которая сближает традиции Уппсальской школы с методом классификации Браун-Бланке.

Королева Наталья Евгеньевна, к.б.н., с.н.с. лаб. флоры и растительности ПАБСИ КНЦ РАН, flora012011@yandex.ru

Изучение растительности северных окраин СССР в рамках советской (и российской) геоботанической традиции получили мощный стимул с началом освоения природных богатств Арктики. В 20-30е гг. на Кольском полуострове в составе нескольких экспедиций работал выдающийся исследователь Севера Ю.Д. Цинзерлинг, который с начала 20-х годов был организатором всех геоботанических изысканий на северо-западе СССР [30]. Его помаршрутный обзор и карта растительности северо-восточной части Кольского полуострова и материалы обследования Терского берега и центральной части полуострова были использованы затем при создании карты, обзора и ботанико-географического районирования растительности северо-запада Европейской части СССР [24; 25; 26].

30-е годы прошлого века – время интенсивного обследования обширных тундровых территорий СССР для нужд землеустройства, для картирования и инвентаризации оленьих пастбищ [2; 7; 21]. Выделяемые в результате единицы (типы тундр) – моховые, пятнистые, крупно- и мелкобугристые, кустарниковые, заболоченные тундры и т.д. – это не единицы классификации растительности, а скорее, типы основных ландшафтных элементов уровня фаций и мезоурочищ. Для них приводилась подробная характеристика особенностей геоморфологии местности, геологического строения и почвенного покрова. В Мурманской области также проводили подробное описание и картографирование растительности как ресурса для оленеводства [20]. Всего в это время изучением и картографированием растительности области занимались около 50 ботаников, а геоботанической съемкой, в основном, в масштабе 1:200 000 дважды, в период с 1929 по 1949 гг., была пройдена почти вся территория области. Важным итогом этих работ стала Карта растительности Кольского полуострова 1:1 000 000, на основе доминантной классификации [28]. Пояснительный текст к карте содержит наиболее полный анализ флористических и геоботанических исследований в Мурманской области с конца XVIII по середину XX века, описание и иллюстрации основных типов сообществ, обзор выделенных автором геоботанических районов. Впоследствии карта была генерализована и вошла составной частью в «Карту растительности Европейской части СССР», 1:2 500 000 [6] и в «Геоботаническую карту СССР», 1:4 000 000 [8], на ее основе созданы карты растительности в Атласе Мурманской области [3] и Экологическом атласе Мурманской области [29]. В целом, эта карта остается наиболее полным и достоверным картографическим произведением для Мурманской области, хотя база данных (описаний) данной карты очень мала, при классификации на основе видов-доминантов неизбежно произошла потеря в «экологичности» выделенных ассоциаций и формаций, а в процессе последующей генерализации «потерялось» важнейшее свойство растительного покрова области – комплексность на всех уровнях его организации. Состав и границы многих типов сообществ отображается на карте неверно, т.к. часть территории области к моменту создания карты еще не была обследована.

К настоящему времени для многих районов Мурманской области опубликовано значительное количество обзоров растительности, но лишь некоторые работы содержат оформленные таблицы описаний, сопровождаемые характеристикой структуры, условий местообитания, географической привязкой. Опубликован обзор отдельных ассоциаций болот области [4; 9;]. Довольно полно изучена растительность в заповедниках [15; 5; 16; 17; 18 и др.] и в антропогенно нарушенной центральной части области [19; 27]. В основном изучено синтаксономическое разнообразие зональной и горной тундры и лесотундры Мурманской области, опубликованы таблицы описаний и сводные таблицы и составлен Продромус ассоциаций [37; 9; 10; 11], изучено разнообразие приморских маршей и пляжей [14].

Отдельные типы растительности Кольского полуострова (приморских сообществ, тундр и лесов) рассматриваются в сравнительных геоботанических обзорах для Европы в целом и европейского сектора Арктики и Субарктики [22; 31; 13; 14]

Формирование методологии и теории фитосоциологии в Скандинавских странах происходило в рамках нескольких научных школ. Положения Уппсальской школы были сформулированы наиболее полно в трудах Г.Э. Дю Рие (Du Rietz, 1895-1967), принципы Финской школы лесной типологии разработаны А. Каяндером (Cajander, 1879-1943). Р.

Нордхаген (Nordhagen, 1894-1979) много сделал для развития в Скандинавии метода Браун-Бланке, им были описаны несколько союзов, объединяющих наиболее распространенные сообщества европейской тундры и тайги. Каждая из геоботанических школ (при признанном международном значении), оказала определяющее влияние на развитие национальной науки. Но сейчас, пожалуй, лишь в Финляндии принципы типологии лесов и болот, разработанные Каяндером, лежат в основе современных работ по изучению растительности и охране природы [34; 43; 44 и др.]. Общей тенденцией в современном развитии науки о растительности в Скандинавских странах является снижение интереса к «классическим» синтаксономическим исследованиям и развитие более прагматического подхода к классификации, при широком использовании математического аппарата, в основном, программных продуктов на основе кластеризации и ординации описаний. Эту тенденцию стимулировало вовлечение скандинавских ботаников в несколько европейских проектов по созданию базы данных описаний для обзора, картографирования и ГИС-моделирования растительного покрова, базы данных местообитаний для формирования сети охраняемых территорий, моделирования и классификации ландшафтов.

Система типов биотопов или местообитаний на основе состава доминирующих видов, диагностических групп видов и особенностей местообитания широко используется в скандинавских странах как альтернатива иерархической классификации лишь по признакам растительности. Например, основные типы биотопов в обзоре растительности Норвегии [32] объединены в: Леса (Woodland vegetation); нелесные сообщества в пределах лесной зоны (Treeless vegetation below the forest limit); болота, ручьи, растительность на сырых грунтах (Mire, spring and seepage vegetation); растительность на берегах водотоков и речном аллювии, водная растительность (Freshwater shore, aquatic and alluvial vegetation); горно-тундровая (тундровая) растительность (Alpine vegetation); растительность морских побережий (Seashore vegetation). Эти крупные объединения далее подразделяются на группы типов в соответствии с составом преобладающих экобиоморф и по местообитаниям. Например, в Лесах (Woodland vegetation) выделяются группы: A. лишайниковые, моховые и кустарничковые леса (Lichen/bryophyte and dwarf-shrubs woodland), B. Низкотравные леса (Low-herb woodland; C. Крупнопапоротниковые и высокотравные леса (Tall-fern and tall-herb woodland); D. Богатые листопадные леса (Rich deciduous woodland); E. Топяные леса и заросли (Swamp woodland and thicket). В пределах группы по доминантам напочвенных ярусов выделены типы, например, в группе A тип A1 – это лишайниковые леса, которые подразделяются на подтипы по видам древесного яруса (A1a – лишайниковые сосняки, A1b – лишайниковые березовые криволесья).

В качестве официальной основы для картографирования и природоохранных мероприятий в скандинавских странах разработано руководство "Vegetationstyper i Norden" (растительные типы северных стран), в котором для 400 типов сообществ приведены диагностические виды, условия местообитания, а также содержатся связи с базами данных Местообитаний Палеарктики (Palaearctic Habitats, Database "PHYSIS"), системами местообитаний CORINE, Natura 2000 и EUNIS.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Александрова В.Д.* Классификация растительности. Обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах. Л.: Наука, 1969. 275 с.

2. *Андреев В.Н.* Растительность и природные районы восточной части Большеземельской тундры // Тр. Полярной комиссии, Вып. 22. М.-Л., 1935. 97 с.

3. Атлас Мурманской области. ГУГиК при СМ СССР, НИИ Географо-экономический ин-т, ЛГУ им. А.А.Жданова, М., 1971. С. 17.

4. *Боч М.С.* О болотах лесной полосы Кольского полуострова // Бот. журн. 1989. Т. 74. С. 1747-1757.

5. *Бреслина И. П.* Растения и водоплавающие птицы морских островов Кольской Субарктики. Л., 1987. 199 с.

6. Геоботаническая карта СССР. 1:4 000 000. (Отв. ред. Лавренко Е.М., Сочава В.Б.) М.: Академия наук СССР, Ботанич. ин-т им. В.Л.Комарова, 1954 г.

7. *Дедов А.А.* Растительность Малоземельской и Тиманской тундр. Сыктывкар, 2006. 159 с.

8. Карта растительности Европейской части СССР. 1:2 500 000. (Отв. ред. Лавренко Е.М.) М.: Академия наук СССР, Ботанич. ин-т им. В.Л.Комарова, 1948 г.

9. *Королева Н.Е.* Синтаксономический обзор болот тундрового пояса Хибинских гор (Мурманская область)// Растительность России. 2001a. №2. С.49-57.

10. *Королева Н.Е.* Синтаксономический обзор горно-тундровой растительности Хибин // Бюлл. МОИП. Отд. биол.. 2001b. Т. 106, вып. 4. С. 50-57.

11. *Королева Н.Е.* Безлесные растительные сообщества побережья Восточного Мурмана (Кольский полуостров, Россия) // Растительность России. 2006. № 9. С. 20-42.

12. *Королева Н.Е.* К синтаксономии растительных сообществ с доминированием Dryas octopetala L. в Фенноскандии и на Шпицбергене // Тр. Карельского НЦ РАН. 2011. № 1. С. 23–36.

13. *Королева Н.Е.* Основные биотопы северо-таежных лесов и березовых криволесий Мурманской области: ландшафтное и ботаническое разнообразие, необходимость охраны // Вестник МГТУ. 2011. Т. 14, вып. 4. С. 819-832.

14. *Королева Н.Е.*, Чиненко С. В., Сортланд Э. Б. Сообщества маршей, пляжей и приморского пойменного эфемеретума Мурманского, Терского и востока Кандалакшского берега (Мурманская область) // Фитогеография Восточной Европы. 2011. Т. 9. С. 26-62.

15. *Некрасова Т.П.* Очерк растительности Лапландского заповедника // Тр. Ленингр. о-ва естествоиспыт. 1935. Т. 64, вып. 2. С. 239–272.

16. *Нешатаев В.Ю., Нешатаева В.Ю.* Еловые леса и редколесья Лапландского заповедника // Коренные леса таежной зоны Европы: современное состояние и проблемы сохранения / Материалы Международн. конф. Петрозаводск, 6-8 июля 1999 г. С. 210-212.

17. *Нешатаев В.Ю., Нешатаева В.Ю.* Синтаксономическое разнообразие сосновых лесов Лапландского заповедника // Бот. журн. 2002. Т. 87, № 1. С. 99–121.

18. *Нешатаев В. Ю., Копцева Е.М., Нацваладзе Н.Ю., Стурлис И.Ю., Нешатаев М.В.* Первые итоги изучения растительности заповедника «Пасвик» // Летопись природы заповедника «Пасвик». Кн.14 (2007). (Сост. и отв. ред. Н.В. Поликарпова). Гос. природн. заповедник Пасвик. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2011. С. 45-85.

19. *Пузаченко М.Ю., Черненькова Т.В., Басова Е.В.* Природно-антропогенная вариабельность растительного покрова центральной части Мурманской области и ее картографическое отображение // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы. Материалы Всероссийской научн. конф. с международным участием. Т. 1. С-Пб., 2011. С. 408-411.

20. *Салазкин А.С., Самбук Ф.В., Полянская О.С., Пряхин М.И.* Оленьи пастбища и растительный покров Мурманского округа. // Тр. Арктич. ин-та. Т. LXXII. JL, 1936. 307 с.

21. *Самбук Ф.В., Дедов А.А.* Подзоны Припечорских тундр // Тр. ботанич. ин-та АН СССР. Л., 1934. Вып. 1, сер.3. Геоботаника. С.29-50.

22. *Сорокин А.Н., Голуб В.Б.* Растительные сообщества союза Matricarion maritimi all. nov. на берегах северных морей Европейской России // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2007. № 2. С. 3-16.

23. *Трасс Х.Х.* Геоботаника. История и современные тенденции развития. Л.: Наука, 1976. 252 с.

24. *Цинзерлинг Ю.Д.* География растительного покрова северо-запада Европейской части СССР. Л.: изд-во АН СССР, 1934. 378 с.

25. *Цинзерлинг Ю.Д.* Материалы по растительности северо-востока Кольского полуострова. М.-Л.: изд-во АН СССР, 1935.162 с.

26. *Цинзерлинг Ю.Д.* Растительность болот // Растительность СССР. М.-Л, 1938. Т.1. С. 355-428.

27. *Черненькова Т.В., Кабиров Р.Р., Басова Е.В.* Восстановительные сукцессии северотаежных ельников при снижении аэротехногенной нагрузки // Лесоведение. 2011. № 6. С. 49-66.

28. *Чернов Е.Г.* Карта растительности Кольского полуострова в масштабе 1:1 000 000 с пояснительным текстом // Дисс. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. Кировск, 1953. 274 с.

29. Экологический атлас Мурманской области. Ин-т промышленной экологии Севера КНЦ РАН. Москва-Апатиты: 1999.

30. *Юрковская Т. К.* Цинзерлинг Юрий Дмитриевич // Биология в Санкт-Петербурге. 1703 - 2008. Энциклопедический словарь. СПб.: Нестор-История, 2011. С. 503–504.

31. *Ermakov N., Morozova O.* Syntaxonomical survey of boreal oligotrophic pine forests in northern Europe and Western Siberia // Applied Vegetation Science Vol. 14. 2011. p. 524–536.

32. *Fremstad E.* Vegetasjonstyper i Norge. NINA Temahefte. 1997. T. 12. 279 p.

33. *Frey T.* The Finnish school and forest site types // Handbook of Vegetation Science, V. Ordination and classification of communities. The Hague. 1973. P. 405-433.

34. *Haapasaari M.* The oligotrophic heath vegetation of northern Fennoscandia and its zonation // Acta Bot. Fenn. 1988. Vol. 135. 219 pp.

35. *Kalela A.* Über Wiesen and wiesenartige Pflanzengesellschaften auf der Fischerhalbinsel in Petsamo Lappland // Acta Forest. Fenn. 1939. Bd. 48(2). 523 S.

36. *Kalliola R.* Pflanzensoziologische Untersuchungen in der alpinen Stufe Finnisch Lapplands // Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. 'Vanamo'. 1939. Bd. 14. 321 S.

37. *Koroleva N.E.* Mountain Birch Forests of Murmansk Province, Russia // Skograektarritith. 2001. p. 137−143.

38. *Nordhagen R.* Die Vegetation und Flora des Sylenegebietes. I. Die Vegetation // Scr. Norsk.Vidensk. Selsk. I. Mat.-Naturvid. 1927 (1). 1928. 611 S.

39. *Nordhagen R.* Versuch einer neuen Einteilung der subalpinen-alpinen Vegetation Norwegens. Bergens Mus. Árb. Naturvidensk. 1936. R. 7. 88 S.

40. *Nordhagen R.* Sikilsdalen og norges fjellbeiter, en plantesosiologisk monografi // Berg. Mus. Skr. 22. 1943. 607 p.

41. *Nordhagen R.* Vegetation units in the mountain areas of Scandinavia // Verőff. Geobot. Inst. Rűbel, Zűrich. 1954. N 29. S. 81-95.

42. *Regel K.* Die Pflanzendecke der Halbinsel Kola // Memories de la faculte des sciences de l'universite de Lithuanie, Tail 1. Lapponia Imandrae. Tail 2. Lapponia Ponoensis. 1922-1923. 206 p.

43. *Ruuhijärvi R., Lindholm T.* The finnish mire type classification system // Mire ecosystems in Notrhern Europe : diversity, dynamics, carbon balance, resource and conservation. Proceedungs of International Symposium (Petrozavodsk, Aug. 30-Sept. 2, 2005). Petrozavodsk, 2006. P. 338-347/

44. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus (Assessment of threatened habitat types in Finland). Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset. Anne Raunio, Anna Schulman ja Tytti Kontula (toim.) Suomen ympäristö. Luonto, 2008. Osa 1: 264 s. Osa 2: 572 s.

45. *Weber H. E., Moravec J.,Theurillat J.-P.* International code of phytosociological nomenclature. 3rd ed.// Journ. Veg. Sci. 2000. Vol. 11. P. 739-768.

46. *Whittaker R.* Classification of natural communities // Bot. review. 1962. Vol. 28, N 1. P. 23-38.

PAST AND PRESENT OF CLASSIFICATION AND MAPPING OF TUNDRA VEGETATION IN NORTHERN FENNOSCANDIA (INCLUDING KOLA PENINSULA)

© 2012 N.E.Koroleva

Avrorin` Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Center RAS, Kirovsk

Past and present of vegetation classification in Murmansk Region are surveyed as well as state of regional mapping of vegetation, and compared with modern research on vegetation classification and mapping in northern Fennoscandia.

Key words: *science theory, phytocoenologia, syntaxonomy, mapping, Murmansk Region, Fennoscandia*

УДК 581.524.4(571.54)

СИНТАКСОНОМИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В СИСТЕМЕ ВЫСОТНОЙ ПОЯСНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ИКАТСКОГО ХРЕБТА, ЗАБАЙКАЛЬЕ)

© 2012 Л.В. Кривобоков

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ

На западном макросклоне Икатского хребта хорошо выражен макроэкотон зонального (высотно-поясного уровня) между степной и таежной растительностью. Распределение растительности ясно отражается высотной дифференциацией синтаксонов (классов, порядков) эколого-флористической классификации. В экотонном подпоясе гемибореальных лесов наблюдается повышение альфа- и бета-разнообразия.

Ключевые слова: *синтаксономия растительности, высотная поясность, экотон, ценофлора, Забайкалье.*

Изучение пространственно-структурной организации растительного покрова имеет особое значение для выявления разнообразия растительных сообществ и их территориальных комплексов отдельных природных районов и крупных географических регионов в целом, разработки научных основ и методологии природно-экологического районирования, исследования современных динамических процессов в экосистемах.

Ключевая проблема, часто возникающая при изучении разнообразия растительных сообществ – отсутствие общепризнанной системы их классификации. В настоящее время наиболее широко распространен метод Браун-Бланке, который успешно используется во многих странах мира и все активнее в России при изучении растительности.

Целью настоящего исследования было выявить фитоценотическое и флористическое разнообразие степной и лесной растительности и закономерности его высотного распределения на западном макросклоне Икатского хребта в Западном Забайкалье (на примере модельного участка в районе р. Ина). Для этого разработана система эколого-флористической классификации, а на основе высотной дифференциации высших синтаксонов предложена схема высотной поясности растительного покрова западного макросклона Икатского хребта. Также выявлены состав флоры сосудистых растений и особенностей ценофлор классов растительности.

Район исследований находится в Баргузинском районе Республики Бурятия. Икатский хребет является составной частью крупной орографической области – Саяно-Байкальского станового нагорья, входит в систему гор Прибайкалья [1]. Рельеф исследуемой территории эрозионно-денудационный, с высотными отметками 500–1450 м над у. м. Климатические показатели изменяются с увеличением абсолютной высоты. Среднегодовая температура воздуха у подножия хребта – 2,6^{o} С, а на высоте около 1500 м над у. м. – 6,7^{o} С. Среднегодовая сумма осадков 250 мм у подножия хребта, 600 мм – на высоте 1500 м над у. м. [3]. Икатский хребет находится в границах криолитозоны. Почвенные комбинации здесь в основном составляют каштановые почвы горных степей, дерново-лесные почвы подтаежных лесов. В горно-таежном поясе распространены подбуры и дерново-подзолистые почвы.

Для характеристики растительности выполнено 352 полных геоботанических описания. Для изучения высотного распределения растительности были заложены 6 профилей по методике [5]. Классификация растительности выполнена методом Браун-Бланке [10], номенклатура синтаксонов дана согласно Кодексу фитосоциологической номенклатуры [9]. Обработка массива данных проведена с использованием пакета геоботанических баз данных TURBOVEG [7] и пакета количественной обработки геоботанических описаний TWINSPAN [8].

Растительность западного макросклона Икатского хребта в районе реки Инна представлена следующими синтаксонами:

Кривобоков Леонид Владиленович, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории флористики и геоботаники. E-mail: leo_kr@mail.ru

ПРОДРОМУС СИНТАКСОНОВ

Класс ***Cleistogenetea squarrosae*** Mirkin et al. 1986
Порядок ***Helictotrichetalia schelliani*** Hilbig 2000
Союз ***Helictotrichion schelliani*** Hilbig 2000
Acc. ***Festuco lenensis–Caricetum pediformis*** Krivobokov ass. nov. prov.
Субасс. ***F. l.–C. p. galatelletosum dahuricae*** Krivobokov subass. nov. prov.
Субасс. ***F. l.–C. p. orostachetosum malacophyllae*** Krivobokov subass. nov. prov.
Acc. ***Cymbario daurici–Artemisietum frigidae*** Krivobokov ass. nov. prov.
Acc. ***Plantago depressae–Caricetum duriusculae*** Krivobokov ass. nov. prov.
Класс ***Rhytidio rugosi–Laricetea sibiricae*** K. Korotkov et Ermakov 1999
Порядок ***Festuco ovinae–Laricetalia sibiricae*** I. Korotkov et Ermakov 2000
Союз ***Festuco altaicae–Laricion sibiricae*** I. Korotkov et Ermakov 2000
Acc. ***Ptilidio ciliaris–Pinetum sylvestris*** Krivobokov ass. nov. prov.
Субасс. ***P. c.–P. s. caricetosum ericetori*** Krivobokov subass. nov. prov.
Субасс. ***P. c.–P. s. caricetosum lanceolatae*** Krivobokov subass. nov. prov.
Acc. ***Thalictro appendiculati–Pinetum sylvestris*** Krivobokov ass. nov. prov.
Субасс. ***Th. a.–P. s. artemisietosum sericeae*** Krivobokov subass. nov. prov.
Субасс. ***Th. a.–P. s. populetosum tremulae*** Krivobokov subass. nov. prov.
Порядок ***Carici pediformis–Laricetalia sibiricae*** Ermakov in Ermakov et al. 1991
Союз ***Pulsatillo turczaninovi–Pinion sylvestris*** Ermakov 2000
Acc. ***Poo transbaicalicae–Pinetum sylvestris*** Krivobokov ass. nov. prov.
Субасс. ***P. t.–P. s. caricetosum nanellae*** Krivobokov subass. nov. prov.
Субасс. ***P. t.–P. s. saxifragetosum bronchiali*** Krivobokov subass. nov. prov.
Acc. ***Lespedezo junceae–Pinetum sylvestris*** Ermakov 2000
Класс ***Querco mongolicae–Betuletea davuricae*** Ermakov et Petelin in Ermakov 1997
Порядок ***Querco mongolicae–Betuletalia davuricae*** Ermakov 1997
Союз ***Ligulario fischeri–Betulion davuricae*** Ermakov 1997
Подсоюз ***Bistorto viviparae–Betulenion platyphyllae*** Ermakov 1997
Сообщество ***Equisetum pratense–Betula pendula***
Класс ***Vaccinio–Piceetea*** Br.–Bl. in Br.–Bl., Siss. et Vlieger 1939
Порядок ***Ledo palustris–Laricetalia cajanderi*** Ermakov 2004
Союз ***Cladonio stellaris–Laricion gmelinii*** Anenkhonov et Chytry 1998
Acc. ***Carici pallidi–Laricetum gmelinii*** Krivobokov ass. nov. prov.
Субасс. ***C. p.–L. g. typicum*** Krivobokov subass. nov. prov.
Субасс. ***C. p.–L. g. festucetosum ovinae*** Krivobokov subass. nov. prov.
Порядок ***Lathyro humiles–Laricetalia cajanderi*** Ermakov, Cherosov et Gogoleva 2002
Союз ***Rhododendro dauricae–Laricion gmelinii*** Ermakov, Cherosov et Gogoleva 2002
Acc. ***Festuco ovinae–Laricetum gmelinii*** Krivobokov ass. nov. prov.
Acc. ***Violo brachyceri–Laricetum gmelinii*** Krivobokov ass. nov. prov.
Acc. ***Vicio baicalensis–Laricetum gmelinii*** Krivobokov ass. nov. prov.
Субасс. ***V. b.–L. g. gymnocarpietosum dryopterii*** Krivobokov subass. nov. prov.
Субасс. ***V. b.–L. g. lupinastretosum*** Krivobokov subass. nov. prov.
Acc. ***Pulsatillo flavescentis–Laricetum gmelinii*** Krivobokov ass. nov. prov.

Основное влияние на распределение растительности оказывают макроклиматические условия, которые, в свою очередь, трансформируются в зависимости от рельефа, а именно экспозиции и крутизны склонов. Подножие хребта и его низкогорную часть сплошной полосой занимают степные сообщества класса *Cleistogenetea squarrosae*. Степи располагаются на пологих предгорных аккумулятивных шлейфах и длинными лентами проникают в глубь хребта по выпуклым склонам световых экспозиций на 1-3 км.

За горными степями располагается непрерывная полоса гемибореальных лесов класса *Rhytidio–Laricetea*. Ширина ее также варьирует в широких пределах в зависимости от экспозиции склонов, в среднем она составляет 1,5–2 км. По крутым, каменистым склонам правого борта долины р. Ина обращенным на юг и запад леса класса *Rhytidio–Laricetea* заходят в глубь хребта на 6-8 километров.

Участки сообществ класса *Querco–Betuletea* не образуют полосы и встречаются небольшими массивами в окружении лесов *Rhytidio–Laricetea*. Их можно охарактеризовать как экстразональные сообщества, так как основной ареал класса охватывает в Забайкалье более южные и восточные районы [2].

За лесами класса *Rhytidio–Laricetea* выше по склонам хребта располагается полоса бореальных лесов класса *Vaccinio–Piceetea*, которая на западном макросклоне Икатского хребта простирается до главного водораздельного хребта и имеет ширину 20–30 км.

Обобщенная схема высотно-экспозиционных диапазонов распространения союзов растительности показана на Рис. 1.

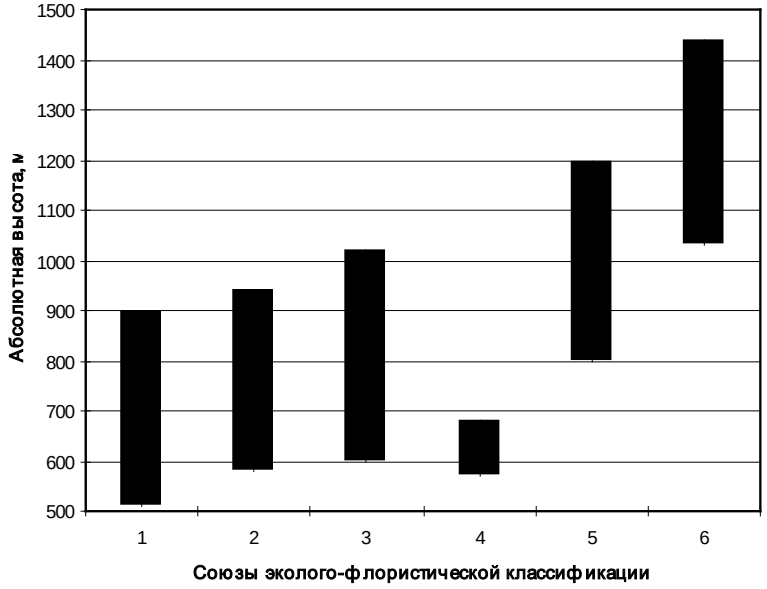


Рис. 1. Высотная дифференциация союзов эколого-флористической классификации на западном макросклоне Икатского хребта (1 – *Helictotrichion schelliani*, 2 – *Pulsatillo turczaninovi–Pinion sylvestris,* 3 – *Festuco altaicae–Laricion sibiricae,* 4 – *Ligulario fischeri–Betulion davuricae,* 5 – *Rhododendro dauricae–Laricion gmelinii*, 6 – *Cladonio stellaris–Laricion gmelinii*).

Нижние части склонов занимают степи союза *Helictotrichion schelliani*. Они распространены от подножия хребта до абсолютной высоты 600 м на теневых и до 900 м на световых склонах. В диапазоне абсолютных высот 600–950 м к степям примыкают леса союза *Pulsatillo–Pinion,* выше, на отметках 600–1000 м их сменяют лесные сообщества союза *Festuco altaicae–Laricion* класса *Rhytidio–Laricetea*. На склонах северных экспозиций, особенно в местах резкого перегиба форм рельефа, сообщества союза *Festuco altaicae–Laricion* могут непосредственно граничить со степями, а леса союза *Pulsatillo–Pinion* выпадают из эколого-ценотического ряда. Травяные березовые и осиновые леса союза *Ligulario–Betulion* встречаются небольшими участками в долинах рек и ручьев.

Сообщества класса *Cleistogenetea squarrosae* составляют степной подпояс лесостепного пояса, сообщества классов *Querco–Betuletea* и *Rhytidio–Laricetea* – лесной подпояс. Последний разделяется на две полосы синтаксонами уровня порядка: нижнюю полосу на склонах южных экспозиций составляют леса порядка *Carici pediformis–Laricetalia*, верхнюю – леса порядка *Festuco ovinae–Laricetalia.*

Лесостепной пояс сменяется горно-таежным на абсолютных высотах около 1000 м на южных и около 800 м на северных склонах. Пояс подразделяется на две полосы синтаксонами уровня порядка. Сплошную нижнюю полосу пояса диагностируют сообщества союза *Rhododendro–Laricion* относящегося к порядку *Lathyro–Laricetalia*. Высота полосы по вертикали составляет примерно 200 м, в диапазоне высот 800–1000 м на северных и 1000–1200 м на южных склонах. Выше этих отметок и до вершин первой водораздельной гряды распространены мерзлотные лиственничники союза *Cladonio–Laricion* из порядка *Ledo–Laricetalia*.

Различным подпоясами и высотным полосам растительности западного макросклона Икатского хребта присуща различная степень разнообразия сообществ ранга ассоциаций и субассоциаций. Так, мерзлотные лиственничники порядка *Ledo–Laricetalia* представлены 1 ассоциацией с 2 субассоциациями. Разнообразие сообществ степного подпояса лесостепного пояса представлено 3 ассоциациями, одна из них включает 2 субассоциации. Полоса остепненных сосновых лесов порядка *Carici pediformis–Laricetalia* представлена 2 ассоциациями и 2 субассоциациями. Наибольшим фитосоциологическим разнообразием отличаются сообщества контакта лесостепного и горно-таежного поясов. Так, сообщества порядка *Festuco ovinae–Laricetalia*, представлены 2 ассоциациями и 4 субассоциациями. Сообщества порядка *Lathyro–Laricetalia* представлены 4 ассоциациями, одна из них с 2 субассоциациями.

Флористический состав классов принят нами для анализа в качестве ценофлор [6]. Видовое сходство ценофлор классов показано в Таблице 1.

Таблица 1. Сходство ценофлор классов эколого-флористической классификации в районе исследований по коэффициенту Съеренсена–Чекановского [4] I – *Cleistogenetea squarrosae,* II – *Rhytidio–Laricetea,* III – *Querco–Betuletea,* IV – *Vaccinio–Piceetea.*

Класссы	I	II	III	IV
I		0.60	0.22	0.15
II			0.38	0.42
III				0.51
IV				

Сообщества класса *Cleistogenetea squarrosae* показали большое сходство по видовому составу с сообществами класса *Rhytidio–Laricetea* и невысокое с сообществами классов *Querco–Betuletea* и *Vaccinio–Piceetea*. Сообщество класса *Querco–Betuletea* наиболее сходно с сообществами *Vaccinio–Piceetea*, меньше с сообществами *Rhytidio–Laricetea*. Наконец, класс *Rhytidio–Laricetea* является как бы промежуточным по сходству видового состава между остальными тремя классами растительности, показывая наибольшее сходство с *Cleistogenetea squarrosae*, а наименьшее с *Querco–Betuletea*.

При проведении анализа разнообразия растительности по высотно-поясному градиенту в пределах степного и лесного поясов. было установлено, что уровень альфа- и бета-разнообразия возрастает в экотоне, представленном высотной полосой с господством синтаксонов гемибореальных лесов (Рис. 2).

Возрастание альфа-разнообразия происходит за счет проникновения видов ценофлор классов степной растительности (*Cleistogenetea squarrosae*) и бореальных лесов (*Vaccinio-Piceetea*) в состав сообществ гемибореальных лесов (*Rhytidio-Laricetea* и *Querco-Betuletea*), что приводит к увеличению общего числа видов в образуемом экотонном поясе. Экотонный характер пояса гемибореальных лесов отражается также в относительном снижении доли специфических для них видов (26 %), по сравнению со степями (32 %) и горно-таежными лесами (35 %). Возрастание бета-разнообразия в экотоне предопределяется усложнением структуры растительного покрова в полосе контакта степного и лесного высотно-поясных комплексов, которую формируют гемибореальные леса.

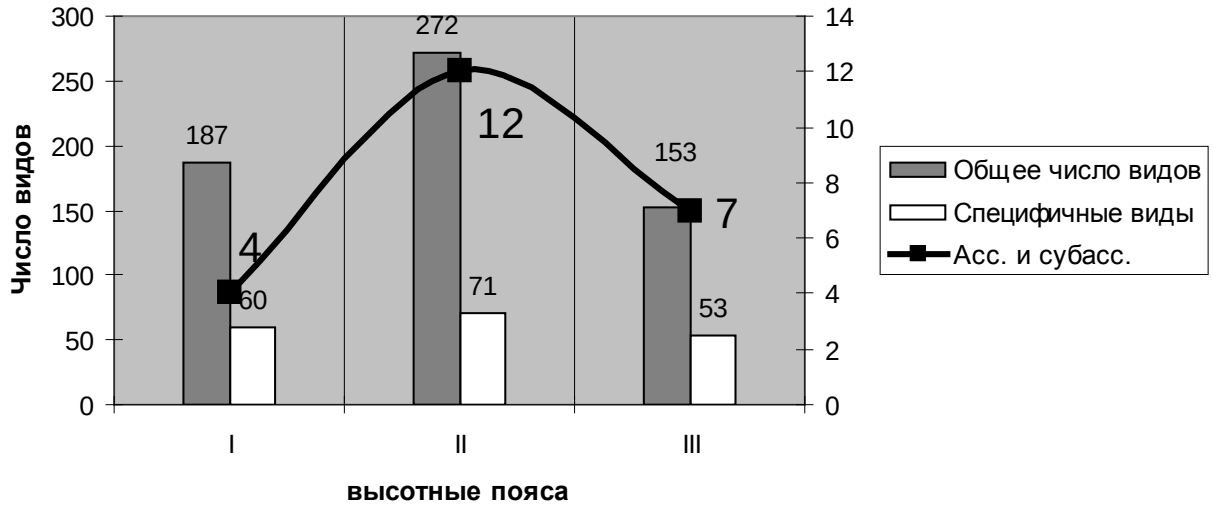


Рис. 2. Распределение показателей альфа- и бета-разнообразия по высотно-поясному градиенту (I – горные степи *Cleistogenetea squarrosae*; II – гемибореальные леса *Rhytidio-Laricetea* и *Querco-Betuletea*; горно-таежные леса *Vaccinio-Piceetea*).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей. М.: Высшая школа, 1980. 343 с.

2. *Ермаков Н.Б.* Разнообразие бореальной растительности Северной Азии. Гемибореальные леса. Классификация и ординация. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2003. 232 с.

3. Справочник по климату СССР. Иркутская область и западная часть Бурятской АССР. Л., 1968. Вып. 22. Ч. 4. 340 с.

4. *Шмидт В.М.* Математические методы в ботанике. Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. 288 с.

5. *Юнатов А.А.* Типы и содержание геоботанических исследований, выбор пробных площадок и заложение экологических профилей / Полевая геоботаника, Т. III. М.–Л.: Наука, 1964. С. 9-36.

6. *Юрцев Б.А., Камелин Р.В.* Основные понятия и термины флористики: Учеб. пособие по спецкурсу. Пермь: Перм. ун-т, 1991. 80 с.

7. *Hennekens S.M.* TURBO(VEG). Software package for input, processing, and presentation of phytosociological data. User's guide. Lancaster: IBN-DLO, University of Lancaster. 1996. 59 pp.

8. *Hill M.O.* DECORANA and TWINSPAN, for ordination and classification of multivariate species data: a new edition, together with supporting programs, in FORTRAN 77. Huntingdon: Institute of Terrestrial Ecology. 1979. 58 pp.

9. *Weber H.E., Moravec J.*, Theurillat J.-P. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd ed. J. Veg. Sci. 2000. 11: 739-768.

10. *Westhoff V., Maarel E. van der.* The Braun-Blanquet approach, In: Whittaker R. H. (ed.), Classification of plant communities, Dr. W. Junk Publishers, The Hague. 1978. PP. 289-399.

THE SYNTAXONOMICAL DIFFERENIATION OF VEGETATION ALONG THE ALTITUDINAL ZONATION (CASE STUDY FROM IKATSKY RIDGE, TRANSBAIKALIA)

© 2012 L.V. Krivobokov

The Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude

The zonal ecotone (altitudinal belt to mountains) between steppes and boreal forest vegetation is well developing in the western macroslope of Ikatsky ridge. Distribution of plant communities is clearly distinctive by altitudinal differentiation of syntaxons (classes and orders according to the Braun-Blanquet approach). The increase of alpha- and beta-diversity is observed at the ecotone hemiboreal forest subzone.

Key words: syntaxonomy of vegetation, altitudinal zonation, ecotone, cenoflora, Transbaikalia.

Leonid Krivobokov, Ph.D of Biology, Laboratory of floristics and geobotany. E-mail: leo_kr@mail.ru

УДК 581.526.45

КЛАССИФИКАЦИЯ ТРАВЯНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОЛЕСЬЯ И ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

© 2012 А.А. Куземко

Национальный дендрологический парк «Софиевка» НАН Украины

В статье приведены результаты апробирования, алгоритма TWINSPAN модифицированный, кластерного анализа, коэффициента диагностической значимости и метода «коктейля» для классификации травяной растительности лесной и лесостепной зон равнинной части Украины.

Ключевые слова: *фитосоциология, травяная растительность, социологические группы видов, алгоритм TWINSPAN модифицированный, Украина*

В соответствии с современной фитосоциологической парадигмой классификация растительности преследует три главные цели: 1) ограничение и идентификацию частей растительного континуума для обеспечения обмена информацией о них, 2) экстраполяцию различных свойств экосистемы (видовой состав, условия местообитаний, экологические процессы) с отдельного фитоценоза на единицу растительности (синтаксон) 3) создание многовидовых моделей общей встречаемости видов, которые можно представить с помощью вербального описания, таблиц, диаграмм, карт. Флористически определенные типы растительности являются удобными объектами для экологических исследований, биоиндикации, охраны природы. Достижение этих целей в полном объеме возможно при соблюдении следующих требований к процедуре классификации: 1) обоснованность выделенных единиц в соответствии с основными свойствами экосистем; 2) возможность простого и четкого различения единиц растительности; 3) полнота системы (т.е. охват всех типов растительности исследуемой территории); 4) надежность (незначительные изменения данных не должны существенно изменять классификацию), 5) толерантность к варьированию качества данных 6) возможность применения на надрегиональном уровне; 7) возможность применения для широкого круга различных целей; 8) иерархическая структура, которая обеспечивает различные степени обобщения и детализации; 9) равноценность единиц одного иерархического уровня и 10) адекватное количество единиц для практического использования [9].

Часть приведенных требований, конечно, довольно трудно соблюсти на нынешнем этапе развития фитосоциологии, однако они являются тем ориентиром, к которому следует стремиться, выбирая методические подходы для осуществления классификации растительности.

В этом аспекте особого внимания заслуживают статистические методы фитосоциологических исследований, основным преимуществом которых является то, что они позволяют избежать известного субъективизма при выделении единиц растительности и их диагностических видов, что в целом характерно для метода простого преобразования фитоценотических таблиц.

Целью нашей работы было апробирование статистических методов обработки фитосоциологических данных для классификации травяной растительности Полесья и Лесостепи Украины.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалами для исследования были геоботанические описания, выполненные автором на территории Полесья и Лесостепи Украины с 1999 по 2010 г. Кроме того, были использованы

Куземко Анна Аркадьевна, ученый секретарь, E-mail: anya_meadow@mail.ru

описания других авторов, выполненные на этой же территории, которые содержатся в фитоценотеке отдела геоботаники Института ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины, описания, опубликованы в научных статьях и монографиях, приведенные в диссертационных работах, а также неопубликованные описания, любезно предоставленные их авторами. Всего использовано 3124 геоботанических описания 22 авторов. Описания заносились в базу данных TURBOVEG [10], а затем были импортированы в программу JUICE [17], в которой осуществлялись дальнейшие операции по обработке геоботанических описаний и выделению единиц растительности. С этой целью применяли применяли аналитико-синтетический кластерный анализ. На первом этапе анализа использовали модифицированный алгоритм TWINSPAN, интегрированный в программу JUICE, с помощью которого было осуществлено разделение всей совокупности данных вместе с предварительно выделенными социологическими группами видов [2] на отдельные кластеры. Анализ проводился в несколько этапов, на каждом из которых анализировался полученный дендрит и отбирались однородные кластеры, которые исключались из дальнейшего анализа. Для измерения гетерогенности был использован коэффициент Симпсона. Для каждой из полученных на этом этапе групп проводился кластерный анализ при помощи программы мультивариантного анализа экологических данных PC-ord [12], интегрированной в программу JUICE. Для измерения сходства описаний использовали коэффициент Сьеренсена [16] с группировкой звеньев по методу «гибкой» бета (flexible beta) со значением –0,25. Для каждой группы проводили один кластерный анализ, количество кластеров в котором определялась с помощью анализа конфигурации дендритов. Диагностическую значимость видов определяли с помощью коэффициента phi [7, 19]. При расчете данного показателя использовали следующие опции: 1) вычисление верности на основе присутствия / отсутствия видов, 2) стандартизация всех групп описаний к равного размера [18], 3) исключение несущественных значений верности на основе теста точности Фишера при $P < 0.05$. На основе показателя верности строилась синоптическая таблица, виды в которой были отсортированы в соответствии со значениями коэффициента phi. Таким образом, при трансформации синоптической таблицы в фитоценотическию из групп видов с высокими значениями показателя верности формировались блоки диагностических видов.

Выделение и экспорт диагностических, константных и доминантных видов осуществлялся с помощью опции «Анализ колонок в синоптической таблице». Пороговым значением для определения диагностических видов было значение коэффициента phi 0,25, для высокодиагностических видов – 0,5; пороговым значением для определения константных видов было постоянство 25 %, высококонстантных – 50 %, в качестве доминантных рассматривались виды с проективным покрытием минимум 10 % при минимальной константности 10 %.

Идентификация полученных синтаксонов проводилась на основе анализа состава их диагностических видов с использованием литературных источников [4, 5, 8, 11, 13-15].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Традиционные фитосоциологические работы базируются преимущественно на субъективном выделении единиц растительности как в полевых условиях, так и в процессе сортировки описаний и видов в таблицах. Необходимость в создании более формальной, четкой, эффективной процедуры классификации привела к внедрению в практику фитосоциологии количественных методов, которые активно развиваются начиная с 60-х годов XX в. Эти методы делятся на две группы: агломеративные и разделительные. Суть агломеративных методов заключается в объединении индивидуальных описаний на основе сходства их видового состава, формировании кластеров с последующим объединением этих кластеров в форме иерархической классификации, как правило представленной в виде дендрограммы. С помощью разделительных методов массив данных разделяется на части, которые в свою очередь также делятся на более мелкие части и так вплоть до отдельного

описания. Классификации одного и того же массива данных при помощи агломеративных и разделительных методов в целом схожи, но могут и отличаться в деталях. Агломеративный кластерный анализ целесообразно использовать, когда принципиальной целью является получение однородных кластеров, а разделительные методы, наиболее распространенным из которых является двухфакторный индикаторный анализ видов (TWINSPAN), лучше отражают разделение массива данных по основному градиенту видового состава [1, 9].

По нашему мнению, более объективные результаты можно получить комбинируя эти два подхода. В таком случае единицы, выделенные на высоких уровнях классификации с помощью алгоритма TWINSPAN, будут иметь более выраженный экологический смысл, а единицы, полученные на более низких уровнях с помощью кластерного анализа, — будут включать описания, наиболее сходные по видовому составу. Исходя их этих соображений, на начальных этапах классификации мы разделили весь массив данных на части с помощью алгоритма TWINSPAN. На первом этапе классификации был получено дендрит, четко разделенный на три группы по градиенту увлажнения (рис. 1).

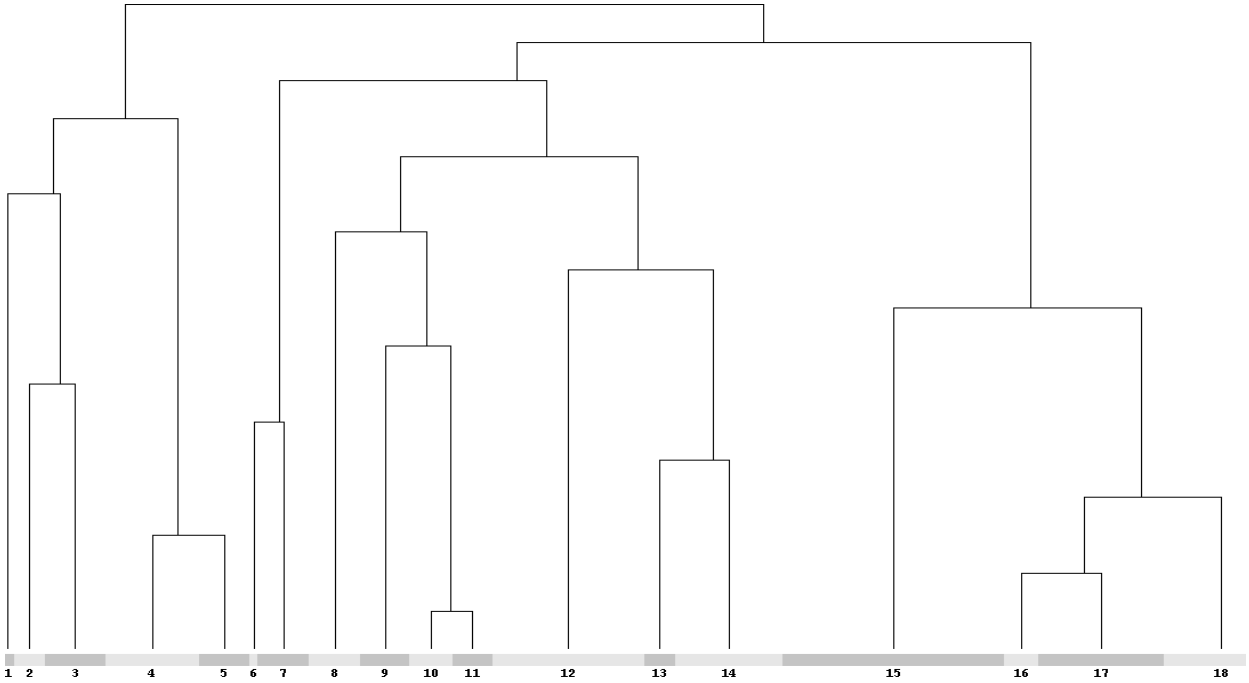


Рис. 1. Дендрограмма дифференциации общего массива данных на основе алгоритма TWINSPAN модифицированный (n=3124).

В первую группу вошли 5 кластеров (1-5), которые в общей сложности объединяли 609 описаний растительности степей, песков и остепненных лугов, в связи с чем мы условно назвали эту группу ксерофитной. Как видим, ксерофитная группа кластеров отделилась уже при первом разделении, что свидетельствует о более выраженных отличиях ксерофитных сообществ от других фитоценозов травяной растительности исследованной территории. Во вторую группу вошло 9 кластеров (6-14), которые объединили 1304 описания растительности влажных лугов и болот, поэтому группа была условно названа гидрофитной. Эта группа отделяется при втором делении и характеризуется высокой степенью внутренней дифференциации. Третья группа включает 4 кластера (15-18), которые объединили 1210 описаний преимущественно мезофитной луговой растительности, поэтому группа получила условное название «мезофитная».

Далее анализ проводился отдельно в рамках каждой из этих трех групп. В ходе анализа было получено 33 группы описаний, которые в большинстве случаев были идентифицированы до уровня союза (17 групп), или экологических вариаций союзов (например ксерофитная, мезофитных, гидрофитна, галофитная и т.д. вариации). После объединения последних получили 25 единиц растительности, идентифицированных до ранга

союзов. Следующим этапом было выделение ассоциаций в составе союзов с помощью кластерного анализа в программе PC-ORD. По результатам этих анализов в составе естественной травяной растительности было идентифицировано 66 ассоциаций, принадлежащих к 25 союзам, 17 порядкам и 7 классам. Классификационная схема исследованной растительности имеет следующий вид:

MOLINIO-ARRHENATHERETEA R. TÜXEN 1937

GALIETALIA VERI Mirkin & Naumova 1986

Agrostion vinealis Sipaylova et al. 1985: *Koelerio-Agrostietum vinealis* (Sipaylova et al. 1985) Shelyag et al. 1987; *Agrostio vinealis-Calamagrostietum epigei* (Shelyag et al. 1981) Shelyag et al. 1985; *Agrostietum vinealis-tenuis* Shelyag et al. 1981 ex Shelyag et al. 1985; *Carici praecocis-Alopecuretum pratensis* Mirkin in Denisova et al. 1986)

Trifolion montani Naumova 1986: *Poëtum angustifoliae* Shelyag et al. 1986; *Festuco valesiacae-Poëtum angustifoliae* Mirkin in Denisova et al. 1986

ARRHENATHERETALIA ELATIORIS R. Tüxen. 1931

Arrhenatherion elatioris Luquet 1926: *Arrhenatheretum elatioris* Br.(-Bl.) 1915; *Trifolio-Festucetum rubrae* Oberdorfer 1957; *Deschampsio-Festucetum rubrae* Sapegin 1986

Festucion pratensis Sipaylova et al. 1985: *Festuco pratensis-regelianae* Kuzemko 2012; *Festucetum pratensis* Soó 1938; *Festuco pratensis-Deschampsietum caespitosae* Turubanova 1986; *Agrostio giganteae-Festucetum pratensis* Sipaylova et al. 1987; *Poëtum pratensis* Ravarut et al. 1956

Cynosurion cristati R. Tüxen 1947: *Brizeto-Anthoxanthetum* Kmoníček 1936; *Anthoxantho-Agrostietum tenuis* Sillinger 1933; *Lolietum perennis* Gams 1927

MOLINIETALIA W. Koch 1926

Deschampsion caespitosae Horvatic 1930: *Cnidio dubii-Deschampsietum cespitosae* Passarge 1960; *Agrostio stoloniferae-Deschampsietum cespitosae* Ujvárosi 1947; *Holcetum lanati* Issler 1934; *Lathyro palustris-Gratioletum officinale* Balátová-Tuláčková 1966; *Ranunculo repentis-Alopecuretum geniculati* Tx. 1937

Molinion W. Koch 1926: *Selino carvifoliae-Molinietum caeruleae* Kuhn 1937; *Junco effusi-Molinietum* R.Tüxen 1954

Alopecurion pratensis Passarge1964: *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* Shelyag et al. 1985; *Agrostio caninae-Alopecuretum pratensis* Kuzemko 2012; *Agropyro-Alopecuretum pratensis* Moraveč 1965; *Poo trivialis-Alopecuretum pratensis* Regel 1925

Calthion R.Tüxen 1937: *Caricetum caespitosae* Steffen 1931; *Scirpetum sylvatici* Ralski 1931; *Juncetum effusi* (Pauca 1941) Soó 1947; *Cirsietum rivularis* Nowiński 1927; *Lysimachio vulgaris-Filipenduletum* Balátová-Tuláčková 1978

KOELERIO-CORYNEPHORETEA KLIKA IN KLIKA ET NOVÁK 1941

CORYNEPHORETALIA CANESCENTIS Klika 1934

Corynephorion canescentis Klika 1931: *Corniculario aculeatae-Corynephoretum canescentis* Steffen 1931

FESTUCO-SEDETALIA ACRIS R.Tx. 1951

Koelerion glaucae Volk 1931: *Veronico dillenii-Secalietum sylvestris* Shevchyk & Solomakha 1996; *Diantho borbasii-Agrostietum syreistschikovii* Vicherek 1972

Festucion beckeri Vicherek 1972: *Centaureo borysthenicae-Festucetum beckeri* Vicherek 1972; *Poo bulbosae-Caricetum colchicae* Dubyna et al. 1994

***FESTUCO-BROMETEA* BR.-BL. ET TX. EX SOÓ 1947**

BRACHYPODIETALIA PINNATI Korneck 1974

Cirsio-Brachypodion pinnati Hadač et Klika in Klika et Hadač 1944: *Astragalo austriaci-Salvietum nutantis* Korotchenko & Didukh 1997

STIPO PULCHERRIMAE-FESTUCETALIA PALLENTIS Pop 1968

Bromo pannonici-Festucion pallentis Zólyomi 1966: *Poëtum versicoloris* Kukovitsa et al. 1992

FESTUCETALIA VALESIACAE Br.-Bl. et Tx. ex Br.-Bl. 1949

Festucion valesiacae Klika 1931: *Festuco valesiacae-Stipetum capillatae* Sillinger 1930; *Koelerio macranthae-Stipetum joannis* Kolbek 1978; *Salvio nemorosae-Festucetum valesiacae* Korotchenko & Didukh 1997; *Stipetum lessingianae* Soó 1938

***CALLUNO-ULICETEA* BR.-BL. & R.TX. EX KLIKA & HADAČ 1944**

NARDETALIA Oberdorfer ex Preising 1949

Violion caninae Schwickerath 1944: *Calluno-Nardetum* Hryncewicz 1959; *Festuco capillatae-Nardetum strictae* Klika et Šmarda 1944

PARVO-CARICETEA DEN HELD & WESTHOFF IN WESTHOFF & DEN HELD 1969

CARICETALIA DAVALLIANAE Br.-Bl. 1950

Caricion davallianae Klika 1934: *Caricetum davallianae* (Görs 1977) Dierßen 1982; *Junco subnodulosi–Schoenetum nigricantis* Allorge 1921

DREPANOCLADO REVOLVENTIS-CARICETALIA Succow 1974

Comaro palustris-Juncion effusi Passarge 1999: *Junco-Caricetum nigrae* Grosser et al. 1967;

Caricion lasiocarpae Vanden Berghen in Lebrun et al. 1949: *Peucedano palustris-Caricetum lasiocarpae* Tx. ex Paul & Lutz 1941; *Caricetum diandrae* Jonas 1933; *Caricetum lasiocarpae* Osvald 1923

SCHOENETALIA NIGRICANTIS Pignatti 1953

Scorpidio scorpioidis-Cladion marisci (W. Braun 1968) Succow 1974: *Scorpidio scorpioidis-Caricetum elatae* W. Braun 1968

SPHAGNO-CARICETALIA Succow 1974

Caricion canescenti-nigrae Nordhagen ex Tx. 1937 corr. Timmermann in Dengler et al. 2004: *Sphagno recurvi-Caricetum rostratae* Steffen 1931; *Carici canescentis-Agrostietum caninae* Tx. 1937

FESTUCO-PUCCINELLIETEA Soó ex Vicherek 1973

SCORZONERO-JUNCETEA GERARDII Vicherek 1973

Juncion gerardii Wendelberger 1943: *Scorzonero parviflorae-Juncetum gerardii* (Wenzl 1934) Wendelberger 1943; *Festucetum regellianae* V. Solomakha & Shelyag-Sosonko in Golub et al. 2002; *Agrostio-Caricetum distantis* Rapaics 1927 ex Soó 1938

PUCCINELLIETALIA Soó 1947 em Vicherek 1973

Puccinellion limosae Soó 1933: *Puccinellietum limosae* Rapaics & Magyar ex Soó 1933

PHRAGMITO-MAGNO-CARICETEA Klika in Klika et Novák 1941

PHRAGMITETALIA COMMUNIS Koch 1926

Magno-Caricion elatae Koch 1926: *Caricetum ripariae* Soó 1928; *Caricetum acutiformis* Eggler 1933; *Caricetum elatae* Koch 1926; *Caricetum distichae* Steffen 1931

NASTURTIO-GLYCERIETALIA Pignatti 1953

Glycerio-Sparganion Br.-Bl. et Sissingh in Boer 1942: *Carici acutae-Glycerietum maximae* Shelag-Sosonko et al. 1985*; Glycerietum fluitantis* Nowiński 1930*; Beckmannietum eruciformis* R. Jovanovic 1958

Представленная в работе классификационная схема растительности класса ***Molinio-Arrhenatheretea*** представляет собой единственный и наиболее полный обзор растительности данного класса для территории Украины с использованием индуктивного подхода и количественных методов исследования. Относительно других классов, мы не претендуем на концептуальные синтаксономического обобщения и ревизии, поскольку эти классы нас интересовали как экологически и ценотических граничащие с классом ***Molinio-Arrhenatheretea***, однако проведенные исследования существенно дополняют современную синтаксономию данных классов, особенно ***Koelerio-Corynephoretea*** и ***Parvo-Caricetea***, на территории Украины, хотя их классификация еще требует существенной доработки.

Для определения диагностической значимости на уровне всей травяной растительности мы построили общие синоптические таблицы для всех классов, порядков, союзов и

ассоциаций, которые были выделены из имеющегося массива данных. Таким образом мы получили корректные значения коэффициента phi, которые являются легитимными для всей травяной растительности Полесья и Лесостепи Украины, что позволило нам составить корректные списки диагностических видов для всех синтаксонов, представленных в нашей синтаксономического разработке.

На основе полученных результатов нами разработан продромус травяной растительности Полесья и Лесостепи Украины. Для каждого синтаксона приводится список диагностических, константных и доминантных видов з указанием статистически вычисленных средних верности, константности и проективного покрытия соответственно. Поскольку все полученные единицы растительности включали в себя также готовые предварительно выделенные социологические группы видов [2, 3, 6], это позволило составить для каждого синтаксона ранга ассоциации формальное определение, основывающееся на разной комбинации социологических групп видов при помощи метода «коктейля».

ВЫВОДЫ

Исследования показали, что применение статистических методов, в частности аналитико-синтетического кластерного анализа, вычисление коеффициента ***phi*** как меры диагностической значимости вида, а также метод «коктейля» позволяют избегнуть известного субъективизма, характерного для метода простого преобразования фитоценотических таблиц. Единицы растительности, выделенные при помощи статистических методов, являются более однородными. Следует отметить меньшие затраты времени на получение упорядоченной классификационной иерархии. Вместе с тем, идентификация единиц растительности при таком подходе, в отличие от экспертных систем, осуществляется на основе собственной эксперной оценки исследователя. Таким образом, в алгоритм обработки геоботанических материалов вовлечена творческая составляющая, позволяющая контролировать процесс от начала до конца и вовремя исправлять возможные ошибки или выбирать более приемлемые результаты. По нашему мнению, использование рассмотренных подходов, в частности с применением программных пакетов TURBOVEG, JUICE, а также интегрированных в последний программ TWINSPAN, PC-ORD, R-PROJECT и др., широко применяемых центральноевропейскими исследователями, является особенно перспективным для стран бывшего СССР, поскольку позволяет за короткий срок обрабатывать большие массивы данных. Однако его использовании возможно лишь при наличии высококачественных репрезентативных фитосоциологических баз данных для различных регионов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Джонгман Р.Г.Г.* Анализ данных в экологии сообществ и ландшафтов / Джонгман Р.Г.Г., Тер Браак С.Дж.Ф., ван Тонгерен О.Ф.Р.; пер с англ. под ред. А.Н.Гельфана, Н.М. Новиковой, М.Б. Шадриной. М.: РАСХН, 1999. 306 с.
2. *Куземко А.А.* Використання соціологічних груп видів та методу «коктейлю» для класифікації лучної рослинності лісової та лісостепової зон рівнинної частини України // Укр. ботан. журн. 2012. Т.69, №2. (в печати).
3. *Куземко А.А.* Класифікація лучної рослинності України за допомогою соціологічних груп видів. Матеріали XIII з'їзду Українського ботанічного товариства (19-23 вересня 2011 р., м. Львів). Львів, 2011. С.139.
4. *Berg, C.* Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg–Vorpommerns und ihre Gefährdung / Berg C., Dengler J., Abdank A. [Hrsg.]. Tabellenband. Jena: Weissdorn, 2001. 341 s.
5. *Berg, C.* Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg–Vorpommerns und ihre Gefährdung / Berg C., Dengler J., Abdank A., Isermann, M. [Hrsg.]. Textband. 2004. 606 s.

6. *Bruelheide H.* A new measure of fidelity and its application to defining species groupe / H. Bruelheide // J. Veg. Sci. 2000. 11. 167–178.

7. *Chytrý M.* Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures / Chytrý M., Tichý L., Holt J., Botta–Dukát Z. // J. Veg. Sci. 2002, **13**. P. 79–90.

8. *Chytrý M.* Vegetace Českе republiky. 1. Travinná a keřičková vegetace (Vegetation of Czech Republic. 1. Glassland and heathland vegetation). Vyd. 1 / [Chytrý M. (ed.), Koči M., Šumberová K. et al.] — Praha: Academia, 2007 — 528 s.

9. *Dengler J.* Phytosociology / J. Dengler, M. Chytrý, J. Ewald // Encyclopedia of Ecology / S.E.Jørgensen and B.D.Fath (Editor–in Chief). Vol. 4. Oxford: Elsevier, 2008. S. 2767–2779.

10. *Hennekens S. M.* Turboveg, a comprehensive database management system for vegetation data / S. M. Hennekens, J. H. J. Schaminee // J. Veg. Sci. 2001. Vol. 12. S. 589–591.

11. *Janišová M.* Travinnobylinná vegetácia Slovenska — elektronický expertný systém na identifikáciu syntaxónov. / [Janišová M. [ed.], Hájková P., Hegedüšová K. et al.]. Bratislava: Botanický ustav SAV, 2007. 263 s.

12. *McCune B.* PC–ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5 / B. McCune, M. J. Mefford. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A., 2006. 24 p.

13. *Royer J.–M.* Synthèse eurosibérienne, phytosociologique et phytogéographique de la classe des Festuco–Brometea / Jean-Marie Royer // Diss. Bot. 1991. Vol. 178. 296 s.

14. *Rьsima S.* Diagnostic species of mesophylous and xerophylous grassland plant communities in Latvia / S. Rьsiтa // Acta Univ. Latv., Earth Environ. Sci. Riga, 2005. Vol. 685. P. 69–95.

15. *Rьsima S.* Latvijas mezofito un kserofito zalaju daudzveidiba un kontaktsabiedribas / Solvita Rьsiтa // Latvijas Veметвcija. 2007. Vol. 12. 241 p.

16. *Sørensen T. A.* A method of establishing groups of equal amplitude inplant sociology based on similarity of species content, and its application to analyses of the vegetation of Danish commons / T. A. Sørensen // Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Biologiske Skrifter. 1948. Vol. 5. P. 1–34.

17. *Tichy L.* JUICE, software for vegetation classification / L. Tichy // J. Veg. Sci. 2002. Vol. 13. S. 451–453.

18. *Tichy L.* Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size / L. Tichy, M. Chytrý // J. Veg. Sci. 2006. Vol. 17. P. 809–818.

19. *Willner W.* Effects of different fidelity measures and contexts on the determination of diagnostic species / W. Willner, L. Tichý, M. Chytrý // J. Veg. Sci. 2009. Vol. 20. P. 130–137.

CLASSIFICATION OF GRASSLAND VEGETATION OF THE FORESTED LOWLAND AND FOREST-STEPPE OF UKRAIN WITH STATISTICAL METHODS

© 2012 Anna Kuzemko

The results of statistical methods (Cocktail method, modified TWINSPAN algorithm, cluster analysis, fidelity measure) testing for classification of grassland vegetation of the Forest and Fores-Steppe zones of Ukraine have been presented.

Key words: *phytosociology, grasslands, Sociological Species Groups, modified TWINSPAN algorithm, Ukraine.*

Kuzemko Anna Arkadyevna, Scientific Secretary, E-mail: anya_meadow@mail.ru

УДК 581.55 (234.851)

РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА СЕВЕРНОЙ ОКОНЕЧНОСТИ ПОЛЯРНОГО УРАЛА (Г. КОНСТАНТИНОВ КАМЕНЬ)

© 2012 Е.Е. Кулюгина

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

В данной статье описано разнообразие и экологическая приуроченность растительных сообществ в пределах горных поднятий г. Малый Манясей, г. Константинов Камень и прилегающих к ним территорий окрестностей оз. Манясей-то, расположенных в северной оконечности Полярного Урала.

Ключевые слова: *растительные сообщества, Полярный Урал*

Гора Константимнов Каммень является северной оконечностью Уральского хребта и вместе с более южными вершинами Манясей и Большой Манясей образует горный кряж Манясей. Название самой северной горе Урала дал начальник корпуса горных инженеров Североуральской экспедиции Русского географического общества полковник Э. К. Гофман в 1848 г. в честь его председателя - великого князя Константина Николаевича Романова, сына императора Николая I [1]. Высота горы составляет 483.2 м, прилегающих вершин этого хребта – 480.2-634.8 м (безымянные), 525.6 м – г. Малый Манясей и 643.5 м – г. Большой Манясей. Массив сложен преимущественно кварцитами и песчаниками. Малый Минисей находится в 4.4 км к ЮВ от Константинова Камня. У горы характерная острая вершина — трехгранная пирамида, сложенная кварцитовидными песчаниками красного цвета, а у юго-восточного склона находится озеро. Эта гора стала священным жертвенным местом ненцев. Здесь располагается главное хранилище идолов. Гора Большой Манясей – самая высокая из гор кряжа. Ее вершина находится в 7.5 км к ЮВ от Константинова Камня [1]. Эти горные поднятия относятся к группе так называемых «островных гор» (Константинов Камень — Малый Манясей — Большой Манясей), которые расположены обособленно от Уральского хребта, более низких по высоте, но резко возвышающихся над уровнем тундры и моря. Это позволяет считать «островные горы» частью Уральского хребта, которые составляют северную границу области Полярного Урала. Они расположены на территории Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области, в 45 км от Байдарацкой губы Карского моря [1, 2].

Согласно геоботаническому районированию В.Д. [3] территория ключевого участка относится к Урало-Пайхойской подпровинции Восточноевропейско-Западносибирской провинции субарктических тундр. В широтном отношении она приурочена к субарктическим тундрам: к средним [3], северным [5] или типичным тундрам [4]. Климат региона отличается крайней суровостью. Циклоны, приходящие с Баренцева моря и большая влажность воздуха обуславливают низкий температурный режим вегетационного периода [3].

Полевое обследование растительности проводилось летом 2011 г. в северной оконечности Полярного Урала в пределах горных поднятий г. Малый Манясей, г. Константинов Камень и прилегающих территорий окрестностей оз. Манясей-то. Локальная флора данной территории насчитывает 168 видов сосудистых растений, 114 видов лишайников и около 60 видов мхов. Отмечены редкие в ЯНАО, виды растений: *Papaver lapponicum ssp. jugoricum, Pinguicula alpina, Potentilla kuznetzoxvii, Rhodiola quadrifida, Tephroseris heterophylla.* Изученные ранее локальные флоры, расположенные несколько севернее на Югорском полуострове насчитывают в своем составе 150-180 видов [6]. В период экспедиционных работ было сделано 57 геоботанических описаний, площадь которых составляла 25 м^2, если же сообщество занимало меньшую площадь, его описывали в его естественных границах.

Кулюгина Екатерина Евгеньевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела Флоры и растительности Севера. E-mail: kulugina@ib.komisc.ru.

На горных склонах района исследований хорошо выражена высотная поясность, представленная двумя поясами: горно-тундровым и гольцовым. В целом для области Полярного Урала характерно низкое высотное положение пояса горных тундр и широкое распространение каменистых россыпей по гребням и хребтам по сравнению с другими горными поднятиями Евразии. Растительный покров пояса гольцовых пустынь отличается фрагментарностью, разреженностью и обедненным фитоценотическим разнообразием. В основном здесь преобладают группировки с доминированием лишайников и мхов. Каменистые россыпи и останцы занимают наибольшие площади. Камни почти сплошь покрыты эпилитными видами лишайников. Растительность ниже расположенного горно-тундрового пояса представлена различными вариантами горных тундр, болотных комплексов, ивняков, луговин [2, 3].

К склоновым поверхностям у озера (170-180 м над у.м.) приурочены осоково-морошково-сфагновые сообщества, которые занимают небольшие контура. Высота растительного покрова не превышает 20 см. Моховой покров – хорошо развит, до 10 см высоты. Ценозообразователями выступают *Rubus chamaemorus, Carex arctisibirica, Carex rariflora, Sphagnum sp.*

Ерники травяно-моховые расположены в нижней части горно-тундрового пояса, занимая небольшие вытянутые вдоль склона участки на высоте 175-187 м н.у.м., перемежающиеся с осоково-моховыми сообществами. Сообщества двухъярусные – до 50 см высоты, напочвенный ярус – до 8 см высоты. Доминируют *Betula nana, Carex arctisibirica, Sphagnum sp.*

Ивняки разнотравные встречаются локально в нижней части горных склонов, как правило, вдоль ручьев. Высота кустарников достигает 120 см, травяно-кустарничкового яруса – 20 см, разреженного напочвенного – 3 см. Сообщества формируют ивы - *Salix glauca, Salix phylicifolia,* различные виды разнотравья и зеленые мхи.

Влажные осоково (травяно)-моховые фитоценозы, занимают различные позиции в рельефе и по высоте над уровнем моря (170-215, 170-392, м н.у.м. соответственно): в межгорных понижениях, нагорных плато, склонах и др. но всегда в местах стока воды. выраженного в той или иной степени. Образуют достаточно большие по площади контура, часто окаймляют низкие берега озер, расположенных в межгорных понижениях. Формируют их осоки: *Carex aquatilis, Carex rariflora*, из мхов – виды рода *Sphagnum*, *Aulacomnium palustre*, облильны травы (*Eriophorum polystachion, Comarum palustre* и др.) Сообщества имеют двухъярусную вертикальную структуру: первый высотой до 60 см высоты, напочвенный – до 5-6 см.

Кустарничково-травяно-(осоково-, дриадово-) моховые сообщества приурочены к местам пологим склонам или небольшим плоским поднятиям в условиях достаточного дренажа на высотах 180-390 м н.у.м. являясь промежуточными между сухими лишайниковыми тундрами и влажными экотопами. В них выделяется два яруса: травяно-кустарничковый высотой до 15 см и моховой до 5 см высоты. В доминирующий комплекс входят: *Vaccinium uliginosum, Salix nummularia, Salix reticulata, Carex arctisibirica, Dryas octopetala, Hylocomium splendens, Pleurosium schreberi, Sphagnum* sp.

У подножий горных склонов на высоте 170-190 м н.у.м. небольшими участками встречаются кустарничково-травяно-моховые нивальные сообщества в условиях хорошего увлажнения, защищенности от ветров прилегающими скальными выходами. Эти фитоценозы отличаются большим видовым богатством (более 40 видов на учетную пробную площадь). В качестве доминанта в сообществах выступает *Harrimanella hypnoides.* Кроме нее – виды-доминанты кустарничково-травяно-моховых сообществ, описанных выше.

Пятнистые кустарничково-дриадово-лишайниково-моховые тундры занимают значительные по площади участки плосковершинных горных поднятий на высоте 180-200 м н.у.м. Они существуют в условиях хорошего дренажа, низкой влажности почв, малой оснеженности в зимний период, поэтому высота растительного покрова минимальна и составляет 10-15 см, напочвенного – 1-3 см. Большую часть поверхности таких экотопов

занимают оголенные каменистые пятна с единичными растениями, в то время как общее проективное покрытие сообществ достигает лишь 30-40%. Отличительной их особенностью является произрастание в них редких видов растений, приуроченных к оголенным пятнам - *Rhodiola quadrifida, Silene paucifolia.* Наибольшим обилием в таких сообществах отличаются *Vaccinium uliginosum, Salix nummularia, Dryas octopetala, Carex arctisibirica, Racomitrium lanuginosum, Sphaerophorus globosus.*

Кустарничково-мохово-лишайниковая тундра занимает небольшие участки в верхних позициях рельефа, располагаясь на высотах 200-408 м н.у.м., в гольцовом поясе, среди каменистых россыпей. Сообщества двухъярусные с минимальной высотой: травяно-кустарничковый – до 15 см, напочвенный – 2-3 см. Доминируют в них *Ledum decumbens, Vaccinium vitis-idaea, Vaccinium uliginosum,* лишайники родов *Cladonia, Flavocetraria*, из мхов - *Racomitrium lanuginosum, Ptilidium ciliare.*

Травяно-моховые склоновые луговины занимают горные склоны. Растительность на них сильно потравлена вследствие выпаса оленей. Сообщества располагаются на высоте 212-215 м н.у.м. Высота травяного яруса достигает 20-30 см, напочвенный – моховой разрежен, его высота минимальна – до 1 см. Слагают их в основном травы (*Veratrum lobelianum, Tanacetum bipinnatum, Festuca ovina*, *Carex arctisibirica*) и мхи (*Sanionia uncinata, Aulacomnium turgidum*).

Растительный покров экосистем района исследований типичен для Полярного Урала. Для горно-тундрового пояса характерны ерниковые, ивняково-ерниковые сообщества, в межгорных понижениях, берегах озер, депрессиях рельефа – осоково-моховые болота с примесью, трав и пушиц. У подножий гор формируются нивальные комплексы с заметным участием в них *Harrimanella hypnoides.* На поверхности небольших предгорных поднятий встречаются пятнистые кустарничковые тундры с *Dryas octopetala*. Гольцовый пояс представлен кустарничково-мохово-лишайниковыми сообществами, перемежающимися с каменистыми россыпями, покрытыми эпилитными лишайниками. Наряду с типичными горно-тундровыми сообществами здесь на многочисленных останцах выветривания встречаются и скальные флористические комплексы с уникальным сочетанием редких видов типичных для выходов коренных пород в каньонах рек Полярного Урала. Кроме того, Кряж Манясей интересен и как красивый ландшафтный район со своей самобытной историей и традициями кочевых северных народов. Поэтому он представляет интерес для создания перспективной ключевой ландшафтной охраняемой территории, особенно в связи с усилением в этом районе антропогенного пресса, связанного с прокладкой дороги и газопровода.

Исследования проведены при поддержке целевой программы междисциплинарных проектов "Разработка концепции создания Атласа природного наследия Урала" (№ 09-М-45-2002), программы Президиума РАН «Живая природа», проект «Видовое, ценотическое и экосистемное разнообразие ландшафтов территории объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО «Девственные леса Коми»», № регистрации 12-П-4-1018, гранта РФФИ 11-04-10024-к «Организация и проведение комплексной экспедиции для изучения биоразнообразия цианопрокариот, споровых и сосудистых растений наземных и водных экосистем Полярного Урала и хребта Пай-Хой», программы научных исследований УрО РАН «Реакция экосистем криолитозоны Европейского Севера и Западной Сибири на климатические флуктуации последних десятилетий» 12-С-4-1018

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Матвеев А. К.* Вершины Каменного Пояса: Названия гор Урала. 2-е изд. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1990. 288 с.

2. Растительный покров и растительные ресурсы Полярного Урала / Л.М. Морозова, М.А., Магомедова, С.Н. Эктова и др. Екатеринбург: изд. Урал ун-та, 2006. 796 с.

3. *Александрова В.Д.* Геоботаническое районирование Арктики и Антарктики, Л.: Наука, 1977.- 189 с.
4. *Грибова С.А*. Тундры / Растительность европейской части СССР. - Л.: Наука, 1980. – С.29-70.
5. *Матвеева Н.В*. Зональность в растительном покрове Арктики. С.-Пб, 1998. 220 с.
6. *Ребристая О.В.* Флора востока Большеземельской тундры. Л.: Наука, 1977. 334 с.

PLANT COMMUNITIES OF NORTHERN END OF THE POLAR URALS (MOUNTAIN KONSTANTINOV KAMEN)

© 2012 E.E. Kulyugina

Institute of Biology, Komi Scientific Center, Ural Branch of Russian academy of Sciences

This article describes the diversity and environmental confinement of plant communities within the mountain uplifts the Small Manyasey, Konstantinov Kamen and adjacent areas of lake Manyasey-to located at the northern end of the Polar Urals

Key words: *plant communities, the Polar Urals*

Kulyugina Ekaterina Evgenievna, Ph.D., researcher at the Department of Flora and vegetation of the North. E-mail: kulugina@ib.komisc.ru.

УДК 581.526.426.2 (470.1)

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛИШАЙНИКОВЫХ СОСНЯКОВ СРЕДНЕЙ И СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

© 2012 И.Б. Кучеров

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург

На основе доминантно-флористической классификации выделено 9 синтаксонов лишайниковых сосновых лесов и редколесий, произрастающих в средней и северной тайге Европейской России – 2 ассоциации с 5 субассоциациями и 8 вариантами. Приведена зонально-климатическая и топоэдафическая приуроченность выделенных синтаксонов.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris; сосняки лишайниковые; северная тайга; средняя тайга; Европейская Россия; классификация растительности*.

Сосняки (из *Pinus sylvestris*) с лишайниковым покровом – характерная группа ассоциаций сосновых лесов, свойственная наиболее сухим местообитаниям (пескам либо выходам кристаллических скальных пород) и подверженная периодическим низовым пожарам. В основу работы положено 211 описаний лишайниковых сосновых лесов и редколесий, собранных в 1996–2008 гг. в различных регионах средней и северной тайги Европейской России, либо ранее опубликованных в литературе. Классификация растительности выполнена с использованием программы ИБИС 6.1 [7] с помощью метода доминантно-флористической (доминантно-детерминантной) классификации [1]. Синтаксоны сведены в дифференциальную таблицу (см. таблицу). Номенклатура сосудистых растений дана по С.К. Черепанову [20], мхов – по М.С. Игнатову и О.М. Афониной [25], лишайников – по O. Vitikainen et al. [28]. Экологическая характеристика видов основана на шкалах Л.Г. Раменского [14].

Константными видами всех лишайниковых сосняков выступают эпигейно произрастающие кладонии, характерные для ранних стадий восстановления лишайникового покрова после пожара (*Cladonia uncialis, C. gracilis, C. coccifera* s. l., *C. crispata*), а также *Cetraria islandica, Polytrichum juniperinum* и *Arctostaphylos uva-ursi*.

Перечисленные виды отличают лишайниковые сосняки от брусничных лишайниково-зеленомошных. Другой отличительный признак – редкость *Hylocomium splendens,* постоянного компонента моховой синузии в сосняках-брусничниках [9]. Еще более специфичны зеленомошные боры-брусничники южной тайги, с характерным набором сопутствующих видов трав и кустарничков (*Pilosella officinarum, Antennaria dioica, Pyrola chlorantha, Achyrophorus maculatus* и т. д.) при многократно сниженной роли лишайников [3].

Cladino-Pinetum (P.) – **сосняк лишайниковый** (№ 1–3; см. таблицу). Преимущественно среднетаежная ассоциация, но может быть встречена и в южной части подзоны северной тайги. В последнем случае дифференциация от северотаежных воронично-лишайниковых сосняков негативная – по отсутствию гипоарктических кустарничков, а также *Dicranum fuscescens*. Представлена 2 субассоциациями, приуроченными соответственно к пескам либо выходам кристаллических скальных пород.

Subass. typicum (№ 1–2; см. таблицу). Синоним: P. cladinosum [19, 23]. На Русской равнине встречается на песках флювиогляциальных равнин и боровых речных террас, по склонам песчаных холмов и древнеаллювиальных грив. В Карелии приурочена к вершинам озов и камов. В карстовых ландшафтах верховьев Кулоя обычна на песках, подстилаемых гипсами. Почвы малогумусные с маломощной (2–3 см) слаборазвитой подстилкой. Сомкнутость 1-го яруса древостоя – 0.4–0.5, 2-го – 0.1. Примесь других древесных видов (*Picea abies* s. l., *Betula pubescens*) в составе соснового древостоя единична. Сосна успешно возобновляется под собственным пологом; проективное покрытие подроста составляет от 1–2 до 30 %.

Кучеров Илья Борисович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Лаборатории растительности лесной зоны. E-mail: dryas.punctata@mail.ru

Таблица. Флористическая дифференциация лишайниковых сосняков средней и северной тайги европейской России

Вид	Ярус	Синтаксоны																	
		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Diphasiastrum complanatum	c		25		32		9		3	1	22		18	1	33		4		-
Cladonia deformis	d		86	1	32		-		60		44	1	50		-		25		-
Polytrichum piliferum	d	1	58	5	55		9	1	50	1	50		23	22	100		11		44
Calluna vulgaris	c	9	100		-	7	91	15	98		-	5	48		-	10	75	8	78
Festuca ovina	c	1	42	2	32	2	73		13		-		14		-	1	11	1	67
Cladonia cornuta	d	2	89		18		27		28		17		34		-	1	39		11
Chamaenerion angustifolium	c		-	1	36		18		10		44		7		33		11		33
Calamagrostis epigeios	c		-	1	50		-		3	1	50		-		-				-
Juniperus communis s. l.	b		-	1	23	1	64		-		11	1	32		-		21	1	44
Luzula pilosa	c		-		5		45		-		11		7		-		11		11
Hieracium umbellatum s. l.	c		8		9		27		-		22		-		-		4		11
Polypodium vulgare	c		-		-		18		-		-		-		-				-
Polytrichum commune	d		-		-	1	64		3		6		-		-	1	25		22
Cladonia macrophylla	d		6		-		45		-		-		5		-		11		-
Sphagnum russowii	d		-		5	1	45		-		6		-		-		11		-
Betula pendula	a1,2		11	1	18	3	64		10	1	17		5		-	1	25	1	44
Avenella flexuosa	c		11		-	2	82		5		17	1	36		-	1	54		22
Ptilidium ciliare	d		-		-		55		13		-	1	34		-		36	3	78
Dicranum scoparium	d		8		9	2	55		10		22		5		-	1	68		33
Racomitrium microcarpon	r		-		-	1	73		3		-		-		-		32	1	33
Empetrum hermaphroditum	c		-		-		9	6	95	1	67	13	89	30	100	11	93	10	78
Vaccinium uliginosum	c		-		-		-		13	1	56	3	55	1	67	3	64	2	78
Ledum palustre	c		-		-		-	1	13	1	33	1	32		33	4	64	2	67
Dicranum fuscescens s. l.	d		3		-		-		28		-		23		-		14		11
Betula czerepanovii	a2		-		-		-		-		-	4	41	13	100	1	7		-
B. czerepanovii	b		-		-		-		-		-		14	13	100		4		-
Arctous alpina	c		-		-		-		-		-	2	30		-	1	18	1	22
Stereocaulon spp.	d		-		5		45		10		6	4	45	7	67		32		78
Dicranum drummondii	d		3		-		-		8		-		25		-		29		33
Nephroma arcticum	d		-		-		-		-		-	1	18	1	33	1	46		11
Flavocetraria nivalis	d		-		-		-		-		-	1	23		-		14	2	33
Linnaea borealis	c		-		-		-		-		-		5		-		21		44
Trientalis europaea	c		-		-		18		-		-		5		-		7		22
Cladonia cenotea	d		14		5		18		15		6		18		-	1	50	5	78
Peltigera canina s. l.	d		-		-		-		-		-		-		-		21	1	22
Cladonia amaurocraea	d		-		-		18		-		-		18		-		11	1	89
C. sulphurina	d		-		-		27		-		-		-		-		21	1	78
Sphaerophorus globosus	d		-		-		-		-		-		-		-				33
Arctostaphylos uva-ursi	c		47	1	50		18		23		17	2	52	3	33	1	18	8	78
Cladonia uncialis	d	5	86	4	45	9	73	3	70	3	44		36		-	1	57	1	78

Продолжение табл.

Вид		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
C. gracilis s. l.	d	1	75	3	36		45	1	73	2	72	1	43	5	67		50	2	33
C. coccifera s. l.	d		78	2	55	1	82		45	2	67	1	20	9	100		46	1	78
Polytrichum juniperinum	d		28	1	27	1	73	1	43	1	56	1	36		-	1	71	3	67
Cladonia crispata	d	1	75		18		45	1	45		39		25		-	1	32		-
Cetraria islandica	d		56	1	36	2	18	1	55	1	33		9		-		18	1	33
Pinus sylvestris	a1	43	100	44	100	21	100	32	100	48	100	27	100	17	100	25	100	8	100
Picea abies s. l.	a1		-	1	14		9		3		17	1	30	2	67				-
Pinus sylvestris	a2	12	72	6	23		9	10	33	3	22	1	27		-	7	68	7	89
Picea abies s. l.	a2		-	2	14	2	45		-	4	22	1	30		-		7		22
Pinus sylvestris	b	9	94	6	73	2	73	19	95	7	100	6	75	11	100	5	93	5	89
Picea abies s. l.	b		3	1	32	1	67	4	91	1	40	1	67	1	52	1	54		11
Vaccinium vitis-idaea	c	6	86	7	82	14	100	9	98	11	100	9	95	8	100	13	96	6	89
V. myrtillus	c		36	1	45	3	91	5	65	7	78	5	57	4	100	7	89	2	67
Cladina arbuscula s. l.	d	30	100	20	91	31	91	19	95	21	94	20	95	18	100	14	96	11	100
C. rangiferina s. l.	d	22	100	20	95	11	91	23	100	19	100	21	95	4	67	14	93	6	67
C. stellaris	d	22	89	22	86	3	55	27	95	28	94	27	93	10	100	15	82	2	67
Pleurozium schreberi	d	3	72	4	73	29	100	12	88	7	83	6	59	1	33	27	89	4	44
Dicranum polysetum	d	1	47		18	1	64	2	65	1	39		11		-	1	21		22
Arctoparmelia centrifuga	r		-		-		45		-		-		-		-	2	32	7	78
Эпилитные накипные лишайники (сумма)	r		-		-		27		-		-		-		-		29	13	100
Andreaea rupestris	r		-		-		45		-		-		-		-		25	1	78
Umbilicaria spp.	r		-		-		36		-		-		-		-		25	1	56
Parmelia saxatilis	r		-		-		27		-		-		-		-		7	1	44
Сомкнутость крон / проективное покрытие (%) и высота ярусов (м):																			
– 1-го яруса древостоя	a1	0.4	19	0.5	12	0.2	17	0.3	16	0.5	13	0.3	13	0.2	9	0.3	10	0.1	9
– 2-го яруса древостоя	a2	0.1	9	0.1	10	0.1	7	0.1	11	0.1	11	0.1	6	–	–	0.2	5	0.1	?
– подроста и подлеска	b	10	1.9	10	1.3	10	1.4	20	2.3	10	1.6	10	2.5	30	?	10	1.5	5	0.6
– травяно-кустарничкового	c	15		15		30		35		25		45		55		50		40	
– мохово-лишайникового	d, r	90		85		95		90		90		85		75		85		75	
Число описаний		36		22		11		40		18		44		3		28		9	

Примечания. Синтаксоны: 1–3 – Cladino-Pinetum: 1–2 – subass. typicum: 1 – var. Calluna vulgaris, 2 – var. typicum; 3 – subass. polytrichetosum; 4–9 – Empetro-Cladino-Pinetum: 4–5 – subass. typicum: 4 – var. Calluna vulgaris, 5 – var. typicum; 6–7 – subass. betuletosum: 6 – var. Calluna vulgaris, 7 – var. typicum; 8–9 – subass. arctoparmelietosum: 8 – var. typicum, 9 – var. Arctostaphylos uva-ursi. Ярусы: a1 и a2 – 1-й и 2-й ярусы древостоя, b – подрост и подлесок, c – травяно-кустарничковый, d – эпигейный мохово-лишайниковый; r – эпилитные лишайники и мохообразные. Для видов приводятся: в левой части колонок – среднее проективное покрытие, в правой – постоянство. Виды в пределах детерминантных групп по ярусам расположены по убыванию встречаемости во всем массиве описаний таблицы.

Лишь иногда подрост отсутствует, что свидетельствует о недавнем низовом пожаре, приведшем к его гибели. Подлесок не выражен. Покрытие травяно-кустарничкового яруса сильно варьирует, в среднем составляя около 15 %. Постоянными компонентами яруса являются всходы сосны, *Vaccinium vitis-idaea,* несколько реже – *V. myrtillus*; в западном варианте обычен *Calluna vulgaris.* В сомкнутом (85–95 %) мохово-лишайниковом ковре согосподствуют *Cladina arbuscula* s. l. (20–30 %), *C. rangiferina* и *C. stellaris* (в среднем по 20 %). Нередко, однако, при значительной давности последнего пожара в сочетании с сомкнутостью древостоя не более 0.5 покрытие *C. stel-*

laris достигает 40–50 %, а в южной части подзоны северной тайги – до 60–80 %. В числе сопутствующих видов выступают *Pleurozium schreberi* и малообильные пионерные виды кладоний.

Дифференциальные виды – псаммофиты, свойственные также северотаежным воронично-лишайниковым борам на песках: *Diphasiastrum complanatum, Cladonia deformis, Polytrichum piliferum*. Выделяются 2 варианта – западный и восточный.

Var. Calluna vulgaris (№ 1; см. таблицу). Прибалтийско-южнофенноскандско-двинско-мезенский, в южной тайге – почти паневропейский вариант. 1-й ярус древостоя 19 м высотой; бонитет III. Средняя высота подроста около 2 м. Покрытие травяно-кустарничкового яруса определяется таковым *Calluna vulgaris* – основного доминанта данного яруса (от 2–3 до 55 %). Менее обильны *Vaccinium vitis-idaea* и *V. myrtillus*. Среди сопутствующих видов лишайникового яруса выделяется *Cladonia uncialis* (постоянство 90 %; покрытие 5 %).

Дифференциальные виды, свойственные западным вариантам как данной субассоциации, так и аналогичной субассоциации северотаежного синтаксона Empetro-Cladino-P. (см. ниже), а также скальным соснякам, – *Calluna vulgaris, Festuca ovina, Cladonia cornuta.*

Var. typicum (№ 2; см. таблицу). Тимано-печорско-уральский восточный вариант. Высота древостоя колеблется от 8 до 16 м, в среднем снижаясь до 12 м; бонитет III–IV. Подрост сосны менее обилен; снижается и его средняя высота. Покрытие травяно-кустарничкового яруса не превышает 30 %. В отсутствие *Calluna vulgaris* самым обильным видом становится *Vaccinium vitis-idaea* (до 25 %); на 2-м месте *V. myrtillus*. Более активны также *Calamagrostis epigeios* и *Chamaenerion angustifolium* – дифференциальные виды всех восточных вариантов лишайниковых сосняков на песках, – и *Arctostaphylos uva-ursi*. Эти виды распространяются по гари лишь семенным путем [13]. Произрастание *Calamagrostis epigeios* в лишайниковых сосняках – характерная черта Предуралья и Зауралья, обусловленная сочетанием у данного вида анемохории и пожароустойчивости узлов кущения [21].

В мохово-лишайниковом ярусе вдвое снижается постоянство *Cladonia uncialis*. Иногда резко (до 40–50 %) возрастает покрытие *Pleurozium schreberi*, хотя по остальным признакам сообщества тяготеют к лишайниковому, а не к брусничному типу. Среди сопутствующих видов яруса более обильны *Cladonia gracilis* и *C. coccifera* s. l. (incl. *C. borealis*).

Subass. polytrichetosum communis – сосняк лишайниковый скальный (№ 3; см. таблицу). Синоним: P. cladinosum saxatile [19, 23]. Встречается на выходах кристаллических скальных пород (сельгах) в средней и южной тайге Восточной Фенноскандии. Ранее синтаксон описан под этим же названием с территории заповедника «Кивач» [9], где сообщества приурочены к выходам габбро-диабазов по вершинам сельг и скалистым северным и западным склонам. Благодаря сильно расчлененному сельговому рельефу, частота пожаров ниже, чем в лишайниковых борах на песках: в среднем 1 пожар в 200 лет, тогда как на песках – не менее 1–2 пожаров каждые 100 лет [5]. Древостой разрежен; сомкнутость крон 1-го яруса 0.2 при средней высоте 16 м; бонитет IV–V. Фрагментарно развит 2-й ярус древостоя, сомкнутостью 0.1–0.2, представленный куртинами *Picea abies* s. l. либо *Betula pendula* без *Pinus sylvestris*. Подрост сосны разрежен и угнетен; в то же время появляется малочисленный, но жизнеспособный подрост ели. Развит редкий подлесок из *Juniperus communis* и *Sorbus aucuparia*, иногда также *Rosa acicularis*. Общее покрытие подроста и подлеска близко к 10 %.

Покрытие травяно-кустарничкового покрова в среднем составляет 30 %, иногда достигая 60 %. Наиболее обильны *Vaccinium vitis-idaea* (15 %) и *Calluna vulgaris* (7 %), сопровождаемые *Vaccinium myrtillus, Melampyrum pratense, Avenella flexuosa* и *Festuca ovina*. *Arctostaphylos uva-ursi* встречается лишь эпизодически.

В напочвенном мохово-лишайниковом покрове преобладают *Cladina arbuscula* s. l. (20–50 %) и *Pleurozium schreberi* (по 20–50 %) при значительной доле участия *C. rangiferina* и *Cladonia uncialis* (по 5–20 (30) %). *Cladina stellaris* немного (5–10 %). Повышенное обилие *Cladonia uncialis* характерно для скальных сосняков Восточной Фенноскандии; в условиях субатлантического климата согосподствующая роль переходит к *Racomitrium lanuginosum* [27]. Присутствует также *Stereocaulon paschale*, что, наряду с наличием елового подроста, сближает сообщества данного типа с воронично-лишайниковыми сосняками северной тайги. Обычен и печеночник *Ptilidium ciliare,*

способный селиться как на голом камне, так и на малогумусной почве скальных карнизов [12].

Несмотря на малую (до 4 см) мощность слоя подстилки, в понижениях нанорельефа (скальных «карманах») из-за застоя влаги поверх скального водоупора происходит локальное заболачивание, и появляются *Polytrichum commune* либо (реже) *Sphagnum russowii* или *S. capillifolium* [23]. Поселение сфагновых мхов еще более характерно для протяженных замкнутых понижений на вершинах сельг, а в Приладожье – для карнизов на северных склонах необлесенных скал [12]. На обнаженном камне обычны эпилитные лишайники (*Arctoparmelia centrifuga, Stereocaulon saxatile, Umbilicaria deusta* и др.) и мхи (*Andreaea rupestris, Racomitrium microcarpon*), столь же типичные для безлесных скал и отдельно лежащих валунов.

Детерминантами синтаксона выступают мхи-оксилофиты заболачивающихся скальных «карманов» (*Polytrichum commune, Sphagnum capillifolium, S. russowii*) в сочетании с петрофитами (*Polypodium vulgare, Cladonia macrophylla*), а также светолюбивыми лесными (*Luzula pilosa*) и луговыми (*Hieracium umbellatum* s. l.) мезофитами и оксиломезофитами (*Juniperus communis*). Группу дифференциальных видов, отличающих лишайниковые скальные сосняки всех подзон тайги от аналогичных сосняков на песках, также формируют лесные мезофиты (*Betula pendula, Dicranum scoparium*) и психромезофиты (*Avenella flexuosa*) наряду с эпилитными видами мохообразных (*Racomitrium microcarpon, Ptilidium ciliare*).

Лишайниковые скальные сосняки обычно описываются сторонниками доминантной классификации в качестве особой ассоциации или их группы [15]. Этой традиции следовал и автор в работе, посвященной соснякам Беломорья [8]. Однако привлечение более широкого материала побуждает вернуться к рассмотрению данных сообществ в ранге субассоциации единой ассоциации лишайниковых сосняков средней тайги [9], поскольку набор доминантов лишайникового яруса на песках и на скалах идентичен. Вдобавок, этим видам свойственна фитоценотическая замещаемость [17]. В то же время наличие яруса гипоарктических кустарничков – важная зонально детерминированная черта многих северотаежных синтаксонов – свойственно и лишайниковым скальным соснякам северной тайги, которые на этом основании включаются в ассоциацию Empetro-Cladino-P. (см. ниже), в отличие от среднетаежных сосняков без подобных кустарничков. Сходную точку зрения высказывает В.И. Василевич [2], выделяющий средне- и северотаежные скальные сосняки в ранге субассоциаций соответствующих зональных ассоциаций.

Empetro-Cladino-P. – сосняк воронично-лишайниковый (№ 4–9; см. таблицу). Северотаежная ассоциация с развитым покровом эрикоидных кустарничков – гипоарктических (*Empetrum hermaphroditum*) и гипоаркто-бореальных (*Ledum palustre, Vaccinium uliginosum*) оксилофитов, а также бореальных мезопсихрофитов (*V. vitis-idaea,* в западных вариантах и в скальных сосняках – *Calluna vulgaris*). *Empetrum hermaphroditum, Ledum palustre,* и *Vaccinium uliginosum* выступают детерминантами синтаксона наряду с зеленым мхом *Dicranum fuscescens* s. l. (incl. *D. congestum*), растущим на почве в качестве примеси в своем ярусе. В составе последнего, как и в среднетаежных лишайниковых сосняках, соотношение обилий доминирующих видов *Cladina* колеблется в широких пределах (от 1–5 до 60–80 %) в зависимости от давности и интенсивности последнего пожара [4, 13, 17]. Обилие и жизнеспособность подроста сосны нередко снижаются по сравнению со средней тайгой; одновременно появляется возобновление ели. В составе ассоциации выделяются 3 субассоциации – 2 на песках (соответственно в южной и в северной части подзоны) и 1 на скалах.

Subass. typicum (№ 4–5; см. таблицу). Синоним: P. empetroso-cladinosum [19, 23]. Сосняки на песках в южной части северотаежной подзоны. Бонитет древостоя IV. Подлесок не выражен. Покрытие *Pleurozium schreberi* в среднем 10, может достигать 20–30 %. Дифференциация от сосняков крайнесеверной тайги негативная. Как и в средней тайге, выделяются 2 варианта – западный и восточный.

Var. Calluna vulgaris (№ 4; см. таблицу). Западный северофенноскандско-двинско-мезенский, сугубо северотаежный вариант. По сравнению со средней тайгой, сомкнутость и высота 1-го яруса древостоя снижаются – соответственно до 0.3 и 16 м. 2-й ярус древостоя часто не выражен. Однако при его наличии сомкнутость его также может достигать 0.3 (в среднем 0.1) при

высоте 10–11 м. Подрост сосны очень многочислен (в среднем 20 %) и успешен (средняя высота 2–2.5 м), ели – менее обилен (5 %), но также жизнеспособен.

В травяно-кустарничковом покрове наибольшее обилие у *Calluna vulgaris* и *Vaccinium vitis-idaea,* тогда как *V. myrtillus* и *Empetrum hermaphroditum* выступают как сопровождающие виды, а *Ledum palustre* и *Vaccinium uliginosum* достаточно редки. Общее покрытие яруса кустарничков от 10 до 75, в среднем 35 % – вдвое больше, нежели в средней тайге.

Из сопутствующих видов мохово-лишайникового яруса по своему обилию наиболее значимы *Cladonia uncialis* и *Dicranum polysetum.* Мощность подстилки (в среднем 2–3 см) на севере Карелии иногда достигает 7 см.

Дифференциальные виды – как у западного варианта Cladino-P. typicum.

Var. typicum (№ 5; см. таблицу). Восточный печорско-уральский вариант, в бассейнах Печоры и (намного реже) верхней Вычегды проникающий и в северную часть подзоны средней тайги. Сомкнутость 1-го яруса древостоя значительна для лишайникового типа леса (в среднем 0.5), но высота яруса в среднем не превышает 13 м. И по сомкнутости, и по высоте леса близки к аналогичным среднетаежным. По сравнению с северной тайгой Карелии, выраженно снижается обилие подроста как сосны, так и ели; единично появляется подрост *Betula pendula* и *Populus tremula.*

В ярусе кустарничков (среднее покрытие 30 % – в 1.5 раза больше, нежели в средней тайге) основная доля приходится на *Vaccinium vitis-idaea* и *V. myrtillus.* Гипоарктические кустарнички не обильны, но постоянство *Ledum palustre* и *Vaccinium uliginosum* значительно возрастает, у *Ledum palustre* почти выравниваясь с таковым *Empetrum hermaphroditum.*

Среди сопутствующих видов лишайников несколько возрастает роль *Cladonia gracilis* и *C. coccifera* s. l.; одновременно постоянство *C. uncialis* снижается вдвое при тех же значениях среднего покрытия. Мощность подстилки не превышает 4 см.

Дифференциальные виды – как у восточного варианта Cladino-P. typicum.

Subass. betuletosum czerepanovii (№ 6–7; см. таблицу). Лишайниковые сосновые редколесья на песках в северной полосе северотаежной подзоны, называемой также крайнесеверной тайгой [22]. Сосновый древостой разрежен; высота его снижена. На примеси иных видов в 1-м ярусе древостоя приходится до 10 % от его состава. Характерен куртинный полог *Betula czerepanovii,* формирующей низкий 2-й ярус древостоя либо подлесок. Подрост сосны малочислен, может быть угнетен либо отсутствовать, ели – единичен.

Покрытие яруса кустарничков возрастает в среднем до 45–55 % за счет возрастания обилия *Empetrum hermaphroditum,* тогда как покрытие *Vaccinium vitis-idaea* и *V. myrtillus* близко к таковому в сообществах Empetro-Cladino-P. typicum. В качестве постоянного сопутствующего вида выступает *V. uliginosum.* Нередко обильна также *Arctostaphylos uva-ursi*, что может говорить о недавнем пожаре. *Ledum palustre* встречается реже и в меньшем обилии.

Пропорции видов в мохово-лишайниковом покрове различны в разных вариантах. Однако около 5 % покрытия приходится на *Stereocaulon paschale* либо *S. alpinum,* что обусловлено более суровым климатом, ветровой эрозией, а также выпасом северных оленей, вытаптывающих и избирательно выедающих ягели.

Дифференциальные виды – гипоарктические *Betula czerepanovii* (во 2-м ярусе древостоя и в подлеске) и *Arctous alpina,* арктоальпийские виды лишайников *Stereocaulon paschale, S. alpinum, Nephroma arcticum, Flavocetraria nivalis* (к этой же группе тяготеет более редкая *F. cucullata*), северотаежный мох *Dicranum drummondii.* Субассоциация, как и рассмотренные выше, подразделяется на западный и восточный варианты.

Var. Calluna vulgaris (№ 6; см. таблицу). Кольско-прибеломорский вариант. По сравнению с Empetro-Cladino-P. typicum, высота 1-го яруса древостоя из *Pinus sylvestris* var. *lapponica* снижена незначительно (13 м) при той же средней сомкнутости. Бонитет V. К сосне примешиваются *Picea abies* s. l. и *Betula pubescens* s. l. (incl. *B. subarctica*). Фрагментарный 2-й ярус древостоя, сомкнутостью 0.1 при высоте 6 м, наряду с сосной и елью, сформирован низко- и многоствольной *B. czerepanovii,* растущей на прогалинах между группами деревьев 1-го яруса. Обилие подроста сосны существенно снижено, что объясняется редкостью семенных лет у var. *lapponica* и отмиранием

подпологового подроста на слабо освещенных местах [18]. Иногда подроста нет совсем. Подрост ели малочислен. В подлеске – *Juniperus communis* s. l. и единичные кусты *Betula czerepanovii*.

Общее покрытие яруса кустарничков – 45 %. При этом покрытие и постоянство *Calluna vulgaris* снижены сравнительно с более южными синтаксонами. Ярус формируют в основном *Empetrum hermaphroditum* и *Vaccinium vitis-idaea*.

Покрытие *Cladina arbuscula* s. l. (в основном *C. mitis*) может достигать 75, *C. rangiferina* s. l. (incl. *C. stygia*) – 30–50, *C. stellaris* – 40–70 %. Покрытие *Pleurozium schreberi* обычно снижено и не превышает 20 %; часто этот вид отсутствует. *Cladonia uncialis* редка. Подстилка трехслойная связная; ее средняя мощность возрастает до 7, максимальная до 15–20 см.

Дифференциальные виды – как у западного варианта Empetro-Cladino-P. typicum.

Var. typicum (№ 7; см. таблицу). Нижнепечорско-уральский вариант. Древостой сильно разрежен (0.2) и угнетен (средняя высота 9 м); бонитет Va. В примеси к сосне отмечены *Picea abies* s. l. и *Larix sibirica*. 2-й ярус древостоя не выражен. В подлеске на прогалинах – куртины низкорослой *Betula czerepanovii*. Подроста сосны умеренно обилен, ели – единичен. Общее покрытие подроста и подлеска 30 %, яруса кустарничков – 55 %. В составе последнего доминирует *Empetrum hermaphroditum*; характерно участие *Arctostaphylos uva-ursi*.

В разреженном (75 %) мохово-лишайниковом ярусе большую роль играет пионерные виды – *Polytrichum piliferum, Cladonia coccifera* s. l. и *C. gracilis,* растущие на обнаженном песке. Покрытие *Cladina arbuscula* не превышает 10–25 %, *C. stellaris* – 10 %. *C. rangiferina* часто может совсем отсутствовать. Еще более редок и малообилен *Pleurozium schreberi,* а *Cladonia uncialis* полностью «выпадает».

Дифференциальные виды – видимо, как у восточного варианта Empetro-Cladino-P. typicum, хотя в имеющейся выборке описаний *Calamagrostis epigeios* не отмечен.

Собственными описаниями данного синтаксона мы не располагаем. Доступные нам 3 описания сделаны Ф.В. Самбуком [16] в различных пунктах на левобережье р. Усы (P. cladoempetrosum polare). Насколько они типичны, судить сложно.

Subass. arctoparmelietosum – сосняк воронично-лишайниковый скальный (№ 8–9; см. таблицу). Синоним: P. cladinosum saxatile [19, 23]. Синтаксон приурочен к выходам кристаллических скальных пород по вершинам сельг, а также к скалистым склонам и «бараньим лбам» в Северной Фенноскандии. Ранее он был описан в ранге отдельной ассоциации скальных сосняков Arctoparmelio-Cladino-P. с подразделением на субассоциации соответственно для типичной северной и крайнесеверной (а также приморской) тайги [8]. При обработке данной таблицы описаний эти 2 субассоциации объединились.

Ход роста сосны ухудшается по сравнению с лесами на песках на тех же широтах. Древостой сосны разреженный, со средней высотой 9–10 м, более низкий, нежели в кольском варианте крайнесеверотаежной ассоциации. Однако, в отличие от последней, примесь других видов в древостое не выражена. Фрагментарный 2-й ярус также сосновый. Возобновление сосны малочисленно. Пожары повторяются в среднем 1 раз в 150–250 лет [6].

Кустарничковый ярус средней либо высокой степени сомкнутости: 20–80, в среднем 50%. Здесь, как и в крайнесеверотаежных сосняках на песках, спорадически наблюдается единичная примесь *Arctous alpina*. В лишайниковом ярусе постоянны, но малообильны *Cladonia uncialis* и *Polytrichum juniperinum*; соотношение обилий основных доминантов различается в разных вариантах.

Диагностическими видами синтаксона выступают таежно-лесные мезофиты (*Trientalis europaea, Linnaea borealis*; к этой же группе тяготеет *Solidago virgaurea*), что обусловлено возрастанием увлажнения и мощности подстилки. Кроме того, в группу входят лишайники – *Peltigera canina* s. l. и *Cladonia cenotea*; последний вид местами обильно разрастается.

Субассоциации свойственны также дифференциальные виды Empetro-Cladino-P. betuletosum и (в силу географического распространения) западных вариантов типичных субассоциаций Cladino-P. и Empetro-Cladino-P. Благодаря сходству топоэдафических условий, присутствуют и детерминанты среднетаежных скальных сосняков (*Betula pendula, Avenella flexuosa, Ptilidium ciliare, Dicranum scoparium, Racomitrium microcarpon*). Однако *Polytrichum commune* и *Carex globularis*

встречаются реже, чем в аналогичных сообществах средней тайги, а сфагновые мхи фактически не отмечены. Локальное заболачивание из-за застоя влаги в скальных «карманах» и на карнизах выражено в разной степени в зависимости от устойчивости горных пород к выветриванию.

Характерной чертой синтаксона, общей со скальными сосняками средней тайги, является развитие синузии эпилитных лишайников (*Arctoparmelia centrifuga* s. l., *Umbilicaria* spp., *Parmelia saxatilis, Melanelia hepatizon* и др.) и мхов (*Racomitrium microcarpon, Andreaea rupestris*). В северной тайге названные виды свойственны также воронично-брусничным скальным соснякам, но в них они намного менее обильны. Эти виды напрямую отражают экологическую специфику скальных сосняков и могут быть использованы как диагностические. В нашем случае имяобразующим таксоном избран *Arctoparmelia centrifuga* s. l. – широко распространенный, крупный и легко узнаваемый вид, доминирующий в составе своей синузии (Кучеров и др., 2009). Однако, в отличие от менее обильного *Racomitrium microcarpon*, он не попал в число детерминантов.

В рамках субассоциации выделены 2 варианта со сходным ареалом.

Var. typicum (№ 8; см. таблицу). Сомкнутость 1-го яруса древостоя в среднем 0.3 при высоте 7–14 м. 2-й ярус древостоя сомкнутостью 0.1. В составе подроста наблюдается незначительная примесь ели и пушистой березы к сосне. Подлесок представлен единичными кустами *Salix caprea* и *Sorbus gorodkovii*.

В ярусе кустарничков в примерно равном обилии согосподствуют *Empetrum hermaphroditum, Calluna vulgaris* и *Vaccinium vitis-idaea*, тогда как *V. uliginosum, V. myrtillus* и *Ledum palustre* обычно выступают в качестве сопутствующих видов. Однако покрытие багульника нередко может возрастать до 20–30 %; при этом он выходит в верхний подъярус.

В мохово-лишайниковом ярусе покрытие каждого из 3 видов *Cladina* меняется в диапазоне от 1–2 до 40–50 %, в среднем же одинаково (по 15 %). Как и в скальных сосняках средней тайги, возрастает покрытие *Pleurozium schreberi*: в среднем 30, иногда до 50–80 %. На эпилитные лишайники и мхи в сумме приходится 2–3 %. Мощность подстилки варьирует от 1–3 до 18, в среднем 7 см. Дифференциация от var. Arctostaphylos uva-ursi негативная.

Судя по нескольким описаниям из Костомукшского заповедника [11], местами синтаксон проникает на юг до средней Карелии. Аналогичные наблюдения сделаны и в Приладожье. Здесь на островах в северной части Ладожского озера скальные воронично-лишайниковые сосняки с *Empetrum hermaphroditum* и *Vaccinium uliginosum* нередко развиты узкой полосой вдоль побережья, тогда как в глубине островов наблюдаются уже сообщества среднетаежного типа без гипоарктических кустарничков.

Var. Arctostaphylos uva-ursi – сосновая лишайниковая редина с толокнянкой (№ 9; см. таблицу). Древостой крайне разрежен; сомкнутость его 0.1 в каждом из ярусов. Однако по сравнению с типичным вариантом высота деревьев не снижена. Видны следы верхового пожара, что говорит о пирогенной обусловленности редин. Подрост сосны молодой (высота всего 0.6 м). Примесь других видов в составе подроста и 2-го яруса древостоя не выражена.

В ярусе кустарничков *Arctostaphylos uva-ursi* становится столь же либо более обильной, чем *Empetrum hermaphroditum* и *Calluna vulgaris*. Покрытие других видов кустарничков при этом снижено: у *Vaccinium vitis-idaea* – умеренно, у *V. myrtillus, V. uliginosum* и *Ledum palustre* – существенно. Мохово-лишайниковый покров разрежен. Из общих 75 % 25–30 приходится на виды эпилитной синузии (в том числе 10 – на *Arctoparmelia centrifuga*), еще 10–15 % – на пионерные виды кладоний. Покрытие *Cladina arbuscula* и *C. rangiferina* меняется от 5 до 25, *C. stellaris* – не превышает 10 %. Высокой степени постоянства достигают *Cladonia cenotea* (покрытие 5 %) и *Stereocaulon paschale*. *Pleurozium schreberi* редок; его почти всегда мало. Подстилка с разрывами, мощностью 1–6 см, местами деградирует.

Дифференциальные виды – *Cladonia sulphurina, C. amaurocraea* и *Sphaerophorus globosus*; последние 2 вида лишайников – с тундровым «центром тяжести» ареала.

В системе И. Браун-Бланке все фенноскандские лишайниковые сосняки на силикатных породах (кроме крайнесеверных типов) до недавнего времени рассматривались как единая ассоциация Cladonio-P. boreale (Caj. 1921) K.-Lund 1967 без дальнейшего ее подразделения. Арктоусово-воронично-лишайниковые редколесья крайнесеверной тайги частично вошли в ассоциацию

Barbilophozio-P. Br.-Bl. et Siss. 1939 em. K.-Lund 1967 [24, 26]. Описанная из Костомукшского заповедника субассоциация Cladonio-P. vaccinietosum myrtilli Morozova et Korotkov 1999 [11] с повышенным обилием черники и мхов по набору видов последних тяготеет скорее к вороничнобрусничным соснякам, нежели к воронично-лишайниковым [8].

В недавно опубликованном новом варианте классификации бореальных хвойных лесов северотаежные (фактически крайнесеверотаежные, в основном лапландские) лишайниковые сосняки отнесены к отдельной ассоциации Flavocetrario-Pinetum Morozova 2008. Диагностическими видами этой ассоциации выступают *Cladina mitis, Flavocetraria nivalis, Cetraria ericetorum, Stereocaulon grande, Dicranum drummondii, D. fuscescens* s. l., *Nephroma arcticum, Cladonia macrophylla, C. cenotea, C. chlorophaea*, а также *Vaccinium uliginosum*. Данный синтаксон в значительной мере соответствует Empetro-Cladino-P. betuletosum, хотя многие из диагностических видов Flavocetrario-P. в принятой нами системе классификации характеризуют иные синтаксоны либо не играют роли детерминантов. Северотаежные скальные сосняки выделены в особую субассоциацию Flavocetrario-P. racomitrietosum (Rutkovski 1933) Neshataev et Neshataeva 2002 с диагностическими видами *Cladonia cariosa, Racomitrium microcarpon, Cetraria odontella, Arctoparmelia centrifuga* [10]. Это синтаксономическое решение представляется нам правильным.

Таким образом, на территории средней и северной тайги Европейской России нами выделено 2 ассоциации лишайниковых сосняков с 5 субассоциациями и 8 вариантами, всего 9 синтаксонов. Распространение ассоциаций в значительной мере зонально обусловлено, хотя в южной части подзоны северной тайги ареалы обеих ассоциаций перекрываются. Субассоциации детерминированы как климатически (Empetro-Cladino-P. typicum в южной части северотаежной подзоны и крайнесеверотаежная Empetro-Cladino-P. betuletosum), так и топоэдафически (фенноскандские скальные субассоциации Cladino-P. polytrichetosum и Empetro-Cladino-P. arctoparmelietosum в отличие от более широко распространенных лишайниковых боров на песках). Варианты псаммофитных субассоциаций закономерно подразделяются на западные и восточные по наличию либо отсутствию групп одних и тех же видов. Варианты северотаежных скальных сосняков со сходным ареалом, вероятно, обусловлены пирогенно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Василевич В.И.* Доминантно-флористический подход к выделению растительных ассоциаций // Бот. журн. 1995. Т. 80, № 6. С. 28–39.

2. *Василевич В.И., Бибикова Т.В.* Лишайниковые и лишайниково-зеленомошные сосняки Восточной Европы // Бот. журн. 2010а. Т. 95, № 5. С. 601–617.

3. *Василевич В.И., Бибикова Т.В.* Сосняки брусничные и черничные Европейской России // Бот. журн. 2010б. Т. 95, № 10. С. 1380–1395.

4. *Горшков В.В., Ставрова Н.И., Баккал И.Ю.* Основные этапы восстановительной динамики северотаежных лесов // Динамика лесных сообществ Северо-Запада России. СПб.: ВВМ, 2009. С. 228–236.

5. *Громцев А.Н.* Ландшафтные закономерности структуры и динамики среднетаежных лесов Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1993. 160 с.

6. *Громцев А.Н.* Ландшафтная экология таежных лесов: Теоретические и прикладные аспекты. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 144 с.

7. *Зверев А.А.* Информационные технологии в исследованиях растительного покрова. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2007. 304 с.

8. *Кучеров И.Б., Головина Е.О., Чепинога В.В., Гимельбрант Д.Е., Максимов А.И., Максимова Т.А.* Сосновые леса и редколесья Карельского берега Белого моря (Республика Карелия) // Тр. КарНЦ РАН. Сер. Биогеография. 2009. № 4. С. 30–52.

9. *Кучеров И.Б., Кутенков С.А., Максимов А.И., Максимова Т.А., Гимельбрант Д.Е.* Незаболоченные сосновые леса заповедника «Кивач» (Карелия) // Бот. журн. 2007. Т. 92, № 10. С.1515–1535.

10. *Морозова О.В., Заугольнова Л.Б., Исаева Л.В., Костина В.А.* Классификация бореальных

лесов севера Европейской России. I. Олиготрофные хвойные леса // Растительность России. 2008. № 13. С. 61–82.

11. *Морозова О.В., Коротков В.Н.* Классификация лесной растительности Костомукшского заповедника // Заповедное дело. М., 1999. Вып. 5. С. 56–78.

12. *Ниценко А.А.* О процессах развития растительности на обнаженных скалах // Учен. записки ЛГУ. Сер. биол. наук. 1951. № 143, вып. 30. С. 86–111.

13. *Пушкина Н.М.* Естественное возобновление растительности на лесных гарях // Тр. Лапландского гос. заповедника. 1960. Вып. 4. С. 5–125.

14. *Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А.* Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.

15. *Рысин Л.П., Савельева Л.И.* Сосновые леса России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 289 с.

16. *Самбук Ф.В.* Печорские леса // Тр. Бот. музея АН СССР. 1932. Т. 24. С. 63–245.

17. *Самойлов Ю.И., Ипатов В.С.* Пирогенные сукцессии напочвенного покрова сухих сосняков на песках // Вестник СПбГУ. Сер. 3: Биология. 1995. Вып. 4, № 24. С. 58–66.

18. *Цветков В.Ф., Семенов Б.А.* Сосняки Крайнего Севера. М.: Агропромиздат, 1985. 115 с.

19. *Цинзерлинг Ю.Д.* География растительного покрова северо-запада европейской части СССР. Л.: Изд-во АН СССР, 1932. 376 с.

20. *Черепанов С.К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: «Мир и семья–95», 1995. 991 с.

21. *Чижов Б.Е., Санникова Н.С.* Пожароустойчивость растений травяно-кустарничкового яруса сосновых лесов Зауралья // Лесоведение. 1978. № 5. С. 67–76.

22. *Шенников А.П.* К ботанической географии лесного северо-востока европейской части СССР // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3: Геоботаника. 1941. Вып. 4. С. 35–46.

23. *Яковлев Ф.С., Воронова В.С.* Типы лесов Карелии и их природное районирование. Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959. 190 с.

24. *Dierßen K.* Vegetation Nordeuropas. Stuttgart: Ulmer, 1996. 839 S.

25. *Ignatov M.S., Afonina O.M.* Check-list of mosses of the former USSR // Arctoa. 1992. Vol. 1. P. 1–85.

26. *Kielland-Lund J.* Die Waldgesellschaften SO Norwegens // Phytocoenologia. 1981. Vol. 9, N 1–2. P. 53–250.

27. *Påhlsson L.* Vegetationstyper i Norden. Køpenhavn: Nordiska Ministerrådet, 1994. 627 s.

28. *Vitikainen O., Ahti T., Kuusinen M., Lommi S., Ulvinen T.* Checklist of lichens and allied fungi of Finland // Norrlinia. 1997. N 6. P. 1–123.

CLASSIFICATION OF PINE-LICHEN FORESTS IN MIDDLE AND NORTHERN TAIGA OF EUROPEAN RUSSIA

© 2012 I.B. Kucherov

Komarov Botanical Institute RAS

By means of dominant-floristic approach to vegetation classification, 9 syntaxa of Scots pine-lichen forests and open woodlands, including 2 associations with 5 subassociations and 8 variants, are distinguished in the middle and northern taiga subzones of European Russia. The subzonal and edaphic preferences of the given syntaxa are briefly discussed.

Key words: *pine-lichen forests; Pinus sylvestris; northern taiga; middle taiga; European Russia; classification of vegetation.*

Ilya B. Kucherov, Candidate of Biology, Senior Research Scientist, Lab. Forest Zone Vegetation. E-mail: dryas.punctata@mail.ru

УДК 581.524

ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРХИДНЫХ В СРЕДНЕЙ ТАЙГЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ (МЕЖДУРЕЧЬЕ ВАГИ И СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ)

© 2012 Н.Б. Леонова, Д.А. Фокичев

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Географический факультет

В статье приводятся данные по распространению 13 видов орхидных в таежных экосистемах на юге Архангельской области. Выявлены эколого-ценотические особенности распространения орхидных. Оценено постоянство видов орхидных по синтаксонам флористической классификации растительности, проведен ординационный анализ сообществ, к которым они приурочены. В целях сохранения популяций орхидных предлагается ввести мониторинг состояния сообществ, в которых наиболее часто встречаются представители орхидных.

Ключевые слова: *виды орхидных, средняя тайга, эколого-ценотическая приуроченность, охрана популяций*

Виды семейства орхидных - одни из наиболее уязвимых компонентов природных экосистем. Значительная часть видов орхидных представлена малыми изолированными популяциями и вследствие усиливающегося антропогенного пресса все большее число видов переходит в категорию редких и исчезающих растений. Несмотря на большой интерес, который вызывают эти чрезвычайно привлекательные и своеобразные растения, их география и экология во многом остается недостаточно изученной. В северных областях европейской части России многие виды орхидных находятся на северном и западном переделе своего распространения, что заставляет внимательнее относиться к возможности их существования и сохранения в таежных экосистемах в условиях усиливающегося антропогенного пресса [4). В среднетаёжной подзоне Европейской России, в ее центральном секторе до настоящего времени охраняемые территории занимают очень малую площадь [2]. В исследуемом районе из особо охраняемых природных территорий находится всего один биологический заказник площадью 6,2 тыс. га (Устьянский биологический заказник). В связи с этим выявление и изучение распространения представителей орхидных на данной территории приобретает особую актуальность.

В задачи исследования входила эколого-ценотическая характеристика некоторых представителей орхидных, обитающих в экосистемах средней тайги Европейской России, а также выявление закономерностей их распространения с целью определения мер, необходимых для их сохранения.

Исследования проводились на юге Архангельской области в междуречье Ваги и Северной Двины. Здесь, в юго-западной части Устьянского района в бассейне рек Устьи и Кокшеньги, начиная с 1992 года по настоящее время, ведутся биогеографические исследования, в том числе флористические и геоботанические [3, 8, 1 3]. Территория исследований относится к Валдайско-Онежской подпровинции Североевропейской таежной провинции к подзоне средней тайги [9]. Она располагается в области Устьянского плато, сложенного мергелями, песками, доломитами, известняками пермского возраста, перекрытыми относительно маломощными четвертичными отложениями: ледниковыми валунными суглинками, озерно-ледниковыми суглинками и супесями, флювиогляциальными песками и супесями московского возраста. С участками неглубокого залегания карбонатных пород связаны дерново-карбонатные почвы, в то время как зональными являются подзолистые почвы [14]. На обследованной территории естественный растительный покров сильно изменён в результате вырубок, распашки и других форм хозяйственной деятельности

Леонова Надежда Борисовна, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник кафедры биогеографии, e-mail: nb_leonova@rambler.ru; *Фокичев Даниил Александрович*, студент кафедры биогеографии, e-mail: letters@biogeo.ru

человека. Даже на севере исследуемой территории с высокой степенью лесистости отсутствуют сколько-нибудь значительные по площади коренные ельники. Относительно выровненные участки и пологие склоны морено-эрозионной равнины большей частью распаханы, засеяны многолетними травами или зерновыми. Леса, в основном вторичные, и суходольные луга приурочены к склонам возвышенностей, приовражным участкам, склонам и днищам оврагов. В долинах рек Устьи и Кокшеньги преобладает пойменная луговая растительность, используемая для выпаса и сенокошения, а песчаные террасы заняты большей частью сосновыми лесами.

Характер формирования современной флоры района обусловлен природными факторами, общими для центрального сектора таежной зоны европейской части России, обширной равнинной территории с умеренно-континентальным климатом, история развития которой в недавнем геологическом прошлом определялась периодами наступления и отступления ледника. Разрушение растительного покрова на обширных территориях при оледенениях и, в целом, отсутствие рефугиумов определяют относительно молодой, миграционный и достаточно монотонный характер флоры [12]. Согласно флористическому делению А.Л. Тахтаджяна [11], большая часть Архангельской области относится к Северо-Европейской провинции Циркумбореальной области Бореального подцарства. В пределах Северо-Европейской флористической провинции на основании анализа сгущения северных и северо-восточных границ ареалов выделяется ряд округов; юг Архангельской области относится к Сухонскому округу, который в свою очередь делится на ряд районов, территория исследования находится в Няндомском флористическом районе Сухонского округа [1, 15].

Исследованная локальная флора (междуречье рек Устьи и Кокшеньги) включает 547 видов, что составляет 86 % от флоры Няндомского флористического района и почти 50 % от флоры Архангельской области. Флора территории характеризуется общими чертами бореальных флор (спектр ведущих семейств, спектр эколого-ценотических групп и географических элементов), но при этом отличается некоторым своеобразием – здесь на крайнем пределе своего ареала можно встретить виды западного (ландыш майский – *Convallaria majalis*, лютик кашубский – *Ranunculus cassibicus*) и сибирского распространения (пихта сибирская – *Abies sibirica*, лиственница сибирская – *Larix sibirica*, недоспелка сибирская - *Cacalia hastata* и др.). В то же время благодаря особенностям геологического строения территории и распространению карбонатных пород здесь довольно широко распространен комплекс неморальных видов, характерных для более южных территорий (живучка ползучая –*Ajuga reptans*, медуница неясная – *Pulmonaria obscura*, копытень европейский *Asarum europaeum* и др.) [3].

На исследуемой территории выявлено 13 видов семейства орхидных, представляющих 9 родов (табл.1), что составляет более половины видов орхидных обнаруженных во флоре Архангельской области [15].

Таблица 1. Видовой состав и типичные местообитания орхидных на исследуемой территории

№ №	Виды	Местообитания	Степень редкости и состояние охраны вида
1	*Cypripedium calceolus* L.	Сырой ельник в долине ручья	Очень редко, Красные книги РФ и Архангельской области
2	*Malaxis monophylla* (L.)Sw.	Сосняки травяные, сероольшанники в долинах рек, переходные болота	Редко, не охраняется
3	*Listera ovata* (L.) R.Br.	Еловые леса и их производные на водоразделах и в поймах	Редко, не охраняется
4	*Epipactis palustris* (L.) Crantz.	Сероольшанник в пойме ручья, переходные облесенные болота	Редко, Красная Книга Архангельской области
5	*Epipactis artrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Schult.	Кустарничково-мелкотравные сосновые леса на водоразделах	Редко, не охраняется

6	*Goodyera repens* (L.) R. Br.	Сырые еловые и пихтово-еловые моховые леса на водоразделах	Редко, не охраняется
7	*Coeglossum viride* (L.) Hartm.	Пихтово-еловые зеленомошные леса на водоразделах	Очень редко, не охраняется
8	*Platanthera bifolia* (L.) Rich.	Разреженные светлые леса, опушки и поляны на водоразделах	Изредка, не охраняется
9	*Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br.	Пойменные и материковые луга,	Редко, не охраняется
10	*Gymnadenia odoratissima* (L.) Rich.	Переходное болото в пойме реки	Очень редко не охраняется
11	*Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo	Сырые и влажные еловые леса, Переходные болота	Редко, не охраняется
12	*Dactylorhiza maculata* (L.) Soo	Еловые и сосновые леса на водоразделах	Изредка, не охраняется
13	*Dactylorhiza traunsteineri* (Saut.) Soo	Лесные сфагновые болота и их нкраины	Редко, Красная Книга Архангельской области

Все виды орхидных встречаются достаточно редко и в малом обилии. В Красную Книгу Архангельской области последней редакции [6] включены лишь дремлик болотный (*Epipactis palustris)* и пальчатокоренник Траунштейнера *(Dactylorhiza traunsteineri),* один вид – венерин башмачок (*Cypripedium calceolus* L*.),* включен в Красную Книгу РФ и Красную Книгу Архангельской области [6, 7]. Следует отметить, что все виды орхидных, обитающие на территории (табл.1), были включены в Красную Книгу Архангельской области 1995 года [5].

Анализ геоботанических описаний с участием орхидных выявил следующие типы сообществ, в которых встречаются данные виды. Это сообщества переходных болот в долинах рек Заячьей и Кокшеньги, сообщества хвойных бореальных (еловых, пихтово-еловых и сосново-еловых) лесов; сообщества вырубок и вторичных мелколиственных лесов на водораздельных склонах; луговые сообщества, в том числе залежи. В таблице 2 приведены показатели постоянства видов орхидных в некоторых синтаксонах эколого-флористической классификации, проведенной для района исследований [8]. Если в целом по синтаксонам лесных сообществ, постоянство этих видов очень мало – от 0,5 % (*Coeglossum viride*) до 7 % (*Platanthera bifolium*), то в сообществах группы *Gymnocarpium dryopteris* и группы *Epipactis palustris* постоянство орхидных возрастает на порядок (см. табл.2).

Наиболее интересны сообщества осоково-сфагновых переходных болот группы *Epipactis palustris*, где сочетаются виды классов ацидофильных мелкоосоково-гипновых и мелкоосоково-сфагновых болот класса ***Scheuchzerio-Caricetea nigrae*** (*Menyanthes trifoliata, Comarum palustre, Carex limosa*) и олиготрофных сфагновых болот класса ***Oxycocco-Sphagnetea*** (*Oxycoccus palustris, Chamaedaphne calyculata)*. В разреженном древесном ярусе преобладают сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) и береза пушистая *(Betula pubescens*). Среди кустарников представлены бореальные виды: можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis)*, роза иглистая (*Rosa acicularis*), ива филиколистная (*Salix phylicifolia*), жимолость Палласа (*Lonicera pallasii*). Хорошо развит моховой покров, в котором преобладают виды сфагнума (Sphagnum warnsdorfii, Sphagnum spp.), довольно обильны *Pleurozium schreberi, Hylocomium splendens, Dicranum polysetum, D. flexicaule, Climacium dendroides, Rhizomnium pseudopunctatum*, а также гипновые мхи *Calliergon cardifolium, Drepanocladus sp., Aulacomnium palustre*. Сообщества группы *Epipactis palustris* могут быть отнесены к союзу ***Bistorto-Caricion diandrae*** порядка ***Sphagno warnsdorfii-Tomentypnietalia*** класса ***Scheuchzerio-Caricetea nigrae*** [10]. Многие исследователи рассматривают их как болота напорного питания, в том числе ключевые, своим происхождением обязанные подтоку глубинных, часто карбонатных вод. Повторные описания за ряд лет (1998-2010 гг.) позволяют говорить о достаточно устойчивом сохранении набора дифференцирующих видов. При этом отмечены заметные разногодичные изменения флористического состава и особенно обилия видов. В частности, в годы с повышенным количеством осадков

наблюдалось резкое возрастание роли *Scheuchzeria palusris*. В данных сообществах встречается 9 видов орхидных из 13-ти обнаруженных на территории исследования (см. табл.2): дремлик болотный *Epipactis palustris*, тайник яйцевидный *Listera ovata*, кокушник комариный (*Gymnadenia conopsea)* и кокушник ароматнейший *(G.odoratissima),* мякотница однолистная *(Malaxis monophyllos)*, три вида пальчатокоренников (*Dactylorhiza maculata, D.traunsteineri, D.fuchsii)*, любка двулистная (*Platanthera bifolia*). Следует отметить, что популяции дремлика болотного, кокушника комариного, пальчатокоренника пятнистого достаточно многочисленны, и в целом, набор и обилие видов орхидных здесь постоянны за период наблюдений. Несомненно, что сохранению данного типа сообществ способствует местонахождение в труднодоступных, мало посещаемых участках долины малой реки.

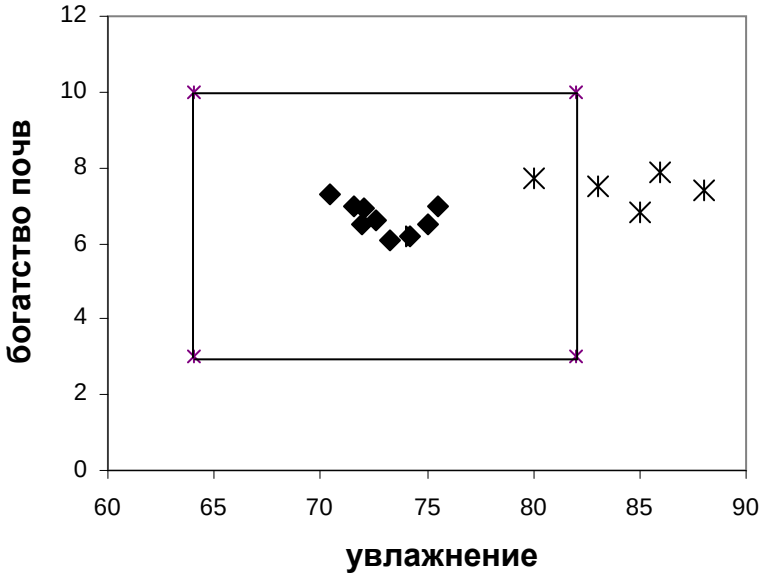
Таблица 2. Постоянство видов орхидных в некоторых синтаксонах флористической классификации, %*

	Хвойные бореальные леса		Мелколиственные субнеморально-бореальные леса		Переходные облесенные болота	Во всех лесных синтаксонах
Группы флористической классификации	Группа *Linnaea borealis*	Группа *Gymnocarpium dryopteris*	Группа *Viola canina*	Группа *Trollius europaeus*	Группа *Epipactis palustris*	
число описаний	34	25	39	49	14	360
Dactylorhiza maculata		16% (I)			36% (II)	7% (I)
Dactylorhiza fuchsia			3% (I)	2% (I)	21% (II)	2% (I)
Dactylorhiza traunsternii					14% (I)	1% (I)
Goodyera repens	6% (I)	12% (I)				1% (I)
Gymnadenia conopsea					57% (III)	2% (I)
Gymnadenia odoratissima					14% (I)	0,5%)I)
Epipactis palustris					71% (IV)	3% (I)
Listera ovata		4% (I)	2,5% (I)		64% (IV)	4% (I)
Coeglossum viride			2% (I)			0,5% (I)
Malaxis monophylla				2% (I)	14% (I)	1% (I)
Plathantera bifolia	6% (I)		5% (I)		7% (I)	5,5% (I)
Итого видов орхидных	2	3	4	2	9	

* - в скобках указан класс постоянства

В координатах экологического пространства, построенного по шкалам Л.Г.Раменского сообщества группы *Epipactis palustris* смещены в сторону большего увлажнения по сравнению с сообществами группы *Gymnocarpium dryopteris*, и выходят за пределы экологического ареала лесных сообществ (рис.1). Они характеризуются достаточно богатым минеральным питанием, что очевидно связано с подпором грунтовых вод гидрокарбонатно-кальциевого класса [14].

Таким образом, проведенный анализ распространения орхидных на юге Архангельской области выявил их наибольшую приуроченность к сообществам переходных сосновых травяно-сфагновых болот в долинах малых рек. Здесь, благодаря особым экологическим условиям и отсутствию антропогенного пресса наблюдается наибольшее разнообразие, постоянство и стабильное существование большинства видов орхидных, обитающих на юге Архангельской области. Необходимо дальнейшее изучение территории с целью выявления подобных местообитаний, принятия мер по их охране и мониторингу состояния популяций орхидных.



◆ Бореальные пихтово-еловые леса группы *Gymnocarpium dryopteris*

Ж Переходные болота группы *Epipactis palustris*

Рис.1 Положение сообществ с участием в экологическом пространстве по шкалам Л.Г. Раменского. Сплошной линией на графике показан экологический ареал лесных сообществ исследованной территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бубырева В.А.* Флористическое районирование Северо-Запада и Севера Европейской части России: подходы и методы. Автореф. дис. канд.биол.наук. С-Пб.1992. 17 с.

2. *Емельянова Л.Г., Горяинова И.Н., Мяло Е.Г.* Экосистемы, перспективные для охраны, в южной части Архангельской области/ Актуальные вопросы экологии. М. МГАВМиБ. 2000. С.4-14.

3. *Емельянова Л.Г., Горяинова И.Н., Леонова Н.Б.* Редкие растительные сообщества междуречья Ваги и Северной Двины Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. С-Пб., 2011 т. 1. С. 85-88.

4. *Ефимов П.Г.* Орхидные северо-запада Европейской России (Ленинградская, Новгородская, Псковская области). М.: Товарищество научных изданий КМК. 2011. 211 с.

5. Красная книга Архангельской области. Архангельск: Комитет по экологии Архангельской области. 1995. 330 с.

6. Красная книга Архангельской области. Архангельск: Комитет по экологии Архангельской области. 2008. 351 с.

7. Красная книга Российской Федерации. М.: АСТ. Астрель. 2001. 860 с.

8. *Мяло Е.Г., Горяинова И.Н., Леонова Н.Б.* Закономерности эколого-географической дифференциации биоразнообразия в ландшафтах средней тайги Европейской России // Биогеография в Московском университете. М.: ГЕОС, 2008. с.52-71.

9. Растительность европейской части СССР. 1980. Л.: Наука. 429 с.

10. *Смагин В.А.*. Союз *Bistorto-Caricion diandrae all.nov.* на болотах таежной зоны европейской части России.// Бот.ж., 2007. т.92, №9. с.1340-1365.

11. *Тахтаджян А.Л.* Флористические области Земли Л., 1978. 248 с.

12. *Толмачев А.И.* Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. Новосибирск, 1986. 196 с.

13. Флора и фауна средней тайги Архангельской области. М.: Географический факультет МГУ, 2003. 70 с.

14. *Хорошев А.В.*. Ландшафтная структура бассейна р.Заячья (Важско-Северодвинское междуречья, Архангельская область). М: МГУ. 2005. 155 с. Деп. ВИНИТИ 27.09.2005 N 1253-В2005.

15. *Шмидт В.М.* Флора Архангельской области СПб: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та. 2005. 345 с.

ECOLOGICAL AND COENOTIC FEATURES OF ORCHIDS SPECIES IN THE MIDDLE TAIGA OF THE EUROPEAN RUSSIA

© 2012 N.B. Leonova, D.A. Fokichev

Moscow State University after M.V.Lomonosov, Faculty of Geography

The paper concerns the data on distribution of 13 species of Orchids in taiga ecosystems in the south of Arkhangelsk Oblast. The ecological and coenotic features of their distribution have been detected on the base of analysis of geobotanical releves, also ordination of communities with opchids has been implemented. In order to preserve the orchids populations we proposed to conduct monitoring of communities, which orchids preferred.

Key words: *orchids species, middle taiga, ecological and coenotic preferrences, conservation of populations.*

Leonova Nadezhda Borisovna, Ph.D. of Geography, leading scientific researcher of Biogeography Chair, e-mail: nb_leonova@rambler.ru; *Fokichev Daniil Alexandrovich*, student of the Biogeography Chair, e-mail: letters@biogeo.ru

УДК 581.526.53

СИНТАКСОНОМИЯ ЛУГОВЫХ СТЕПЕЙ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ

© 2012 Н.И. Макунина

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск

В статье представлен обзор синтаксонов луговых степей Алтае-Саянская горной области, обсуждаются ареалы ассоциаций.

Ключевые слова: *луговая степь, лесостепь, Алтае-Саянская горная область*.

Алтае-Саянская горная область (АСГО) расположена на юге Западной и Средней Сибири. Ее широтное положение (от 49 º до 55 ºс. ш.) соответствует лесостепной и степной зонам Западно-Сибирской равнины. Алтае-Саянская горная система состоит из различным образом ориентированных хребтов, абсолютные высоты которых увеличиваются с северо-запада на юго-восток. Горные хребты чередуются с межгорными котловинами разных размеров. К АСГО относится также полоса предгорий, окружающих ее с запада и севера.

Распространение луговых степей в исследованном районе преимущественно связано с предгорной и горной лесостепью. П**редгорная лесостепь**, располагающаяся на широте равнинной лесостепи, обрамляет северо-западный и северный фас Алтае-Саянской горной системы, прерываясь северными отрогами Кузнецкого Алатау. Существование предгорной лесостепи на широте степной зоны связано с проявлением эффекта предгорной гумидности, когда территория, расположенная рядом с горами, увлажнена лучше, чем находящиеся на этой же широте равнинные пространства (Ливеровский, 1987).

Климат в разных частях АСГО существенно отличается. С северо-запада на северо-восток увеличивается его континентальность и уменьшается гумидность. Основная часть горной территории расположена в двух климатических секторах: гумидном (включая гипергумидный) и семигумидном (Поликарпов, Чебакова, Назимова, 1986.). Лишь Юго-Восточный Алтай и южный макросклон хребтов Танну-Ола (Намзалов, 1994) находятся в семиаридном секторе. Каждый климатический сектор характеризуется особой системой высотной поясности. Базисным в гумидном секторе является подтаежно-лесостепной пояс, в семигумидном – горно-степной пояс, а в семиаридном – подпояс опустыненных степей горно-степного пояса. Расположение высотных поясов в западных частях крупных котловин Хакасии и Тывы, находящихся в дождевой тени барьерных горных сооружений, аналогично положению поясов в расположенном южнее, более аридном секторе.

Горная лесостепь не образует сплошной полосы и занимает территории разной величины. В гумидном секторе она входит в состав базисного подтаежно-лесостепного пояса, в семигумидном - окружает степные котловины, в семиаридном - поднимается высоко в горы. В горах луговые степи заходят в соседние пояса и встречаются в нижней части лесного пояса на южных склонах, по ложбинам или по теневым склонам в степном поясе.

В соответствии с увеличением континентальности лесостепные ландшафты можно выстроить в два основных ряда: широтный алтайский и долготный хакасско-тувинский. Горные котловины алтайского ряда, за исключением Чуйской котловины, имеют вытянутую форму и небольшие размеры. Их ширина редко превосходит десяток километров. В отличие от алтайских, котловины Хакасии (Минусинские) и Тывы (Центрально-Тувинская, Убсу-Нурская) в широтном направлении превышают сотню километров. В таких крупных котловинах проявляется эффект дождевой тени, когда западная часть котловины, лежащая в дождевой тени барьерного горного сооружения, характеризуется более засушливым климатом, нежели восточная (Ливеровский, 1987). Соответственно, и лесостепной пояс

Макнина Наталья Ивановна, старший научный сотрудник лаборатории экологии и геоботаники. E-mail: natali.makunina@mail.ru

приобретает черты, более свойственные лесостепным ландшафтам более аридного климатического сектора.

Основой горной лесостепи (сосуществование леса и степи на склонах световых и теневых экспозиций) является примерное соответствие годового количества осадков и испаряемости, в Алтае-Саянскогой горной области это значение составляет 350-500 мм. В разных климатических секторах и при разной континентальности климата это условие реализуется на разной абсолютной высоте. Следовательно, лесостепь характеризуется разной теплообеспеченностью. По этому принципу можно рассматривать следующие типы горной лесостепи (Макунина, 2011b).

- умеренно-теплая (предгорно-низкогорная) гумидного сектора: Н (400) 600-800 м над ур. м., Σt>10ºС 1600-1800°С,
- умеренно-теплая (низкогорно-среднегорная) семигумидного сектора: Н 800-1200 м над ур. м., Σt>10ºС 1200-1600°,
- умеренно-холодная (среднегорная) семиаридного сектора (перистепь): Н (1200) 1400-1800 м над ур. м., $\Sigma_{t>10ºC}$ 800-1200°С,
- холодная (высокогорная) семиаридного сектора: Н 2000-2200 над ур. м., $\Sigma_{t>10ºC}$ <800°С

Таким образом, рассмотренные выше два ряда выглядят следующим образом:

Алтайский ряд

IA умеренно-теплая предгорная лесостепь, оконтуривающая АСГО с запада и северо-запада. Она представлена двумя участками:

IAa лесостепь правобережья Оби и Кузнецкой котловины, расположенная на широте лесостепной зоны,

IAb Бийско-Чумышская лесостепь, расположенная на широте степной зоны.

IIA умеренно теплая лесостепь Северного Алтая (гумидный сектор). Она входит в состав подтаежно-лесостепного пояса, сплошной полосы не образует и представлена на южных склонах в долины рек.

IIIA умеренно-теплая лесостепь Центрального Алтая (семигумидный сектор). Она приурочена к бортам степных долин и котловин и представлена следующими отдельными участками:

IIIAa Канская котловина,

IIIAb борта долины р.Урсул и ее притоков,

IIIAc борта долины долготного отрезка р.Катунь и ее притоков от устья р.Аргут до устья р.Урсул,

IIIAd котловины широтного отрезка р.Катунь (Уймонская, Катандинская).

IVA умеренно-холодная лесостепь переходной между семиаридным и семигумидным секторами полосы (борта Улаганской, Курайской и Самахинской котловин).

VA фрагменты лесостепи на теневых склонах, обращенных к Чуйской котловине. Лесостепь отдельными небольшими участками встречается на двух высотных ступенях:

VAa на высотах 1600-1900 м над ур. м. представлена перистепь,

VAb на высотах1900-2200 м над ур. м. представлена криофитная лесостепь.

Хакасско-Тувинский ряд

IB предгорная лесостепь, обрамляющая АСГО с севера.

IIB умеренно-теплая лесостепь восточной части Минусинских котловин(гумидный сектор).

IIIB умеренно-теплая лесостепь западного борта Минусинских котловин (аналог семигумидного сектора).

IIIC умеренно-теплая лесостепь восточного борта Центрально-Тувинской котловины (семигумидный сектор).

IVB умеренно-холодная лесостепь (перистепь) западного борта Центрально-Тувинской котловины (аналог семиаридного сектора).

VB лесостепь семиаридного сектора, встречается на двух высотных ступенях

VBa на высотах 1600-1900 м над ур. м. представлена перистепь (южный макросклон Танну-Ола)

VBb на высотах 1900-2200 м над ур. м. представлены фрагменты криофитной лесостепи (хр.Монгун-Тайга).

В таблице 1 представлен продромус луговых степей АСГО, указаны районы их распространения (обозначения в тексте), приведены ссылки на сокращенную синоптическую таблицу (Таблица 2).

Таблица 1. Продромус луговых степей Алтае-Саянской горной области

№ в табл.2	Р-н лесо степи	Синтаксон
		Класс ***Festuco-Brometea*** Br.-Bl. et Tx. 1943
		Festucetalia valesiacae Br.-Bl. et Tx. ex Br.-Bl. 1949
		Festucion valesiacae Klika 1931
8	IAb	Acc. ***Filipendulo vulgaris-Stipetum capillatae*** Makunina et al. 2010
9	IAa	Acc. ***Oxytropido campanulatae-Stipetum pennatae*** Dymina 1989
	IAa	Субасс. ***O. c.-S. p. typicum*** Dymina 1989
	IAa	Субасс. ***O. c.-S. p. dactyletosum glomeratae*** subass. prov.
		Порядок ***Stipetalia sibiricae*** Arbuzova et Zhitl. ex Korolyuk et Makunina 2001(Королюк, Макунина, 2001)
		Союз ***Aconito barbati-Poion transbaicalicae*** Korolyuk et Makunina 2001
11	-	Acc. ***Artemisio sericeae-Rosetum pimpinellifoliae*** Korolyuk 1997(Королюк, 1997)
10	IAb	Acc. ***Campanulo bononiensis-Vicietum amoenae*** Laschinsky 2002(Лащинский, 2002)
12		Acc. ***Potentillo chrysanthae-Dactyletum glomeratae*** Makunina et Maltseva in Korolyuk et Makunina 2001
	IIA	Субасс. ***P. c.-D. g. typicum*** Makunina et Maltseva in Korolyuk et Makunina 2001
	IIIAa	Субасс. ***P. c.-D. g. stelleropsetosum altaicae*** subass. nov. prov.
	IIIAd	Субасс. ***P. c.-D. g. aconogonetosum alpini*** subass. nov. prov.
13	IIIAa	Acc. ***Violo dissectae-Achnatheretum sibiricae*** Makunina et Maltseva in Korolyuk et Makunina 2001
	IIIAa	Субасс. ***V. d.-A.s. typicum*** Makunina et Maltseva in Korolyuk et Makunina 2001
14	IIIAb,c	Acc. ***Cruciato krylovii-Caricetum pediformis*** Makunina in Korolyuk et Makunina 2001
15	-	Acc. ***Cotoneastro uniflori-Euphorbietum macrorhizae*** Korolyuk 2001
16	-	Acc. ***Galio paniculati-Caraganetum arborescentis*** ass. nov. prov.
17	IVA	Acc. ***Pulsatillo patentis-Phleetum phleoidis*** ass. nov. in publ.
	IVA	Субасс. ***P. p. – Ph. ph. typicum*** subass. nov. in publ.
	IVA	Субасс. ***P. p. – Ph. ph. artemisietosum laciniatae*** subass. nov. in publ.
		Хакасия-Тува
1	IB, IIB	Acc. ***Fragario viridis-Stipetum pennatae*** Makunina in Korolyuk et Makunina 2001
	IB	Субасс. ***F.v.-S.p. typicum*** Makunina in Korolyuk et Makunina 2001
	IB	Субасс. ***F.v.-S.p. stipetosum capillatae*** subass. prov. Makunina 2006(Макунина, 2006)
	IIB	Субасс. ***F.v.-S.p centauretosum scabiosae*** sass. prov. Makunina et Maltseva 2008
2	IIIB	Acc. ***Bupleuro multinervi-Helictotrichetum desertorum*** Makunina in Korolyuk et Makunina 2001
	IIIB	Субасс. ***B.m.-H.d. typicum***
	IIIB	Субасс. ***B.m.-H.d. stipetosum capillatae*** subass. prov. Makunina 2006
	IIIB	Субасс. ***B.m.-H.d. youngietosum tenuifoliae*** subass. prov. Makunina 2006
3	-	Acc. ***Caraganetum arborescentis*** Zhitl. 1986
4	IIIC,IVB	Acc. ***Adenophoro lamarkii-Caricetum pediformis*** Makunina et al. 2007
	IIIC,IVB	Субасс. ***bupleuretosum multinervis*** Makunina et al. 2007
	IIIC	Субасс. ***bupleuretosum scorzonerifolium*** Makunina et al. 2007
5	IIIC,IVB	Acc. ***Pulsatillo patentis–Caricetum pediformis*** Makunina et al. 2007
	IIIC	Субасс. ***P.p.-C.p. stipetosum pennatae*** Makunina et al. 2007

№ в табл.2	Р-н лесо степи	Синтаксон
	IVB	Субасс. ***P.p.-C.p. potentilletosum matsuokanae*** Makunina et al. 2007
		КЛАСС ***Cleistogenetea squarrosae*** Mirkin et al. 1986
		ПОРЯДОК ***Helictotrichetalia schelliani*** Hilbig 2000
		Союз ***Helictotrichion schelliani*** Hilbig 2000
		Подсоюз ***Helictotrichenion schelliani*** Korolyuk et Makunina in Makunina 2006
18	VAa	Асс. ***Sileno repentis-Caricetum pediformis*** ass. nov. prov
6	IVB, VBa	Асс. ***Aconogono alpini-Caricetum pediformis*** Makunina et al. 2007
	IVB	Субасс. ***A. a.-C. p. typicum*** Makunina et al. 2007
	VBa	Субасс. ***A. a.-C. p. gentianetosum decumbentis*** Makunina 2011
		Союз ***Festucion tschujensis*** Korolyuk et Namzalov 1994
19	VAb	Асс. ***Carici rupestris-Festucetum krylovii*** Korolyuk et Namzalov 1994
7	VBb	Асс. ***Artemisio phaeolepidis-Kobresietum myosuroidis*** Makunina 2011

В таблице 2 представлены виды ассоциации луговых степей, которые хотя бы в одной ассоциации достигают III класса постоянства.

Основная часть ассоциаций характеризует широтно-зональные (в предгорной) или высотно-поясные (в горной) типы луговых степей определенного лесостепного района. Сообщества региональных ассоциаций семигумидных районов занимают обширные пространства, луговые степи ассоциаций гумидных и семиаридных районов - являются типичным, но не занимающим больших площадей элементом растительного покрова. И лишь четыре ассоциации описывают луговые степи смежных поясов: две - степного и две - лесного.

Порядок ***Festucetalia valesiacae*** представлен двумя ассоциациями зональных луговых степей западных и северо-западных предгорий. Асс. ***Filipendulo vulgaris-Stipetum capillatae*** (Макунина, Королюк, Мальцева, 2010) объединяет луговые степи лесостепи Бийско-Чумышской возвышенности, асс. ***Oxytropido campanulatae-Stipetum pennatae*** (Дымина, 1989)- лесостепного правобережья Оби и Кузнецкой котловины.

Луговые степи порядка ***Stipetalia sibiricae*** относятся к союзу ***Aconito barbati-Poion transbaicalicae***.

Номенклатурный тип союза – асс. ***Bupleuro multinervi-Helictotrichetum desertorum***. В союзе центральное место занимают луговые степи трех ассоциаций: хакасской ***Bupleuro multinervi-Helictotrichetum desertorum*** и двух центрально-алтайских ассоциаций (***Violo dissectae-Achnatheretum sibiricae*** - лесостепи Канской котловины, ***Cruciato krylovii-Caricetum pediformis*** – лесостепных бортов р. Урсул, долготного участка р. Катунь и их притоков) (Королюк, Макунина, 2001). Эти ассоциации представляют высотно-поясные региональные типы луговых степей семигумидного климатического сектора, они занимают световые склоны средней крутизны и пологие световые склоны с развитым почвенным покровом. Остальные ассоциации союза ***Aconito barbati-Poion transbaicalicae*** характеризуются переходными чертами.

Хакасско-тувинский ряд.

Предгорные луговые степи северного фаса АСГО и луговые степи восточной части Минусинских котловин относятся к асс. ***Fragario viridis-Stipetum pennatae*** (Королюк, Макунина, 2001)**.** Для сообществ ассоциации характерно постоянное присутствие луговых видов, которые и образуют ее диагностический блок.

Асс. ***Caraganetum arborescentis*** (Житлухина, 1986) объединяет закустаренные луговые степи нижней части лесного пояса северного макросклона Западного Саяна. Ассоциация характеризуется обедненным блоком видов пор. ***Stipetalia sibiricae***, присутствием видов-петрофитов и выраженным блоком видов кустарников.

В лесостепном пояса бортов Центрально-Тувинской котловины отмечены две ассоциации порядка ***Stipetalia sibiricae***. Луговые степи описаны в рамках асс. ***Pulsatillo patentis–Caricetum pediformis*** (Макунина, Мальцева, Паршутина, 2007)**.** Они наиболее четко

воплощают переходные к ***Helictotrichetalia schelliani*** черты: существенное обеднение блока аффинных видов ***Stipetalia sibiricae***, присутствие видов класса ***Cleistogenetea squarrosae,*** ассоциация может рассматриваться в рамках любого из двух порядков: ***Stipetalia sibiricae*** или ***Helictotrichetalia schelliani.*** Асс. ***Adenophoro lamarkii-Caricetum pediformis*** (Макунина, Мальцева, Паршутина, 2007) объединяет остепненные луга, приуроченные к опушкам лесов. Как и предыдущая ассоциация, она характеризуется обеднением блока аффинных видов пор. ***Stipetalia sibiricae.***

Алтайский ряд. Асс. остепненных лугов Бийско-Чумышской лесостепи ***Campanulo bononiensis-Vicietum amoenae*** (Лащинский, 2002) представляет западный форпост порядка, и характеризуется обедненным диагностическим блоком видов пор. ***Stipetalia sibiricae*** и выраженным блоком видов, характерных для западных предгорий.

В степном поясе Западного Алтая распространены закустаренные луговые степи асс. ***Artemisio sericeae-Rosetum pimpinellifoliae*** (Королюк, 1997), там они занимают склоны теневых экспозиций. В их травостое постоянно присутствуют виды, характерные для западных предгорий, значительное участие принимают кустарники.

Ассоциация остепненных лугов и луговых степей Северного Алтая ***Potentillo chrysanthae-Dactyletum glomeratae*** (Королюк, Макунина, 2001) обогащена видами, характерными для западных предгорий**.**

На крутых южных склонах лесного пояса южного макросклона Катунского хребта отмечены остепненные луга асс. ***Cotoneastro uniflori-Euphorbietum macrorhiza*** (Артемов, Королюк, Седельникова, 2001). Их особенность: обеднение блока аффинных видов пор. ***Stipetalia sibiricae***, постоянное участие в сложении травостоя лугово-лесных видов и значительное участие кустарников.

Теневые каменистые склоны в степном поясе Центрального Алтая занимают закустаренные луговые степи и заросли кустарников с лугово-степным травостоем асс. ***Galio paniculati-Caraganetum arborescentis***. Они характеризуются обедненным блоком аффинных видов пор. ***Stipetalia sibiricae*** и постоянным участием видов-кустарников.

Асс. ***Pulsatillo patentis-Phleetum phleoidis*** объединяет луговые степи полосы, занимающей переходное положение между семигумидным и семиаридным секторами (борта Улаганской , Курайской и Самахинской котловин). Здесь южные склоны покрыты настоящими степями, а луговые степи приурочены к опушкам лесов на теневых склонах. Ассоциация занимает переходное положение: заметное участие в сложении травостоя мелкодерновинных злаков и доминирование *Carex pediformis* сближает их с луговыми степями пор. ***Helictotrichetalia schelliani***, в то же время присутствует большая группа аффинных видов пор. ***Stipetalia sibiricae.***

Луговые степи порядка ***Helictotrichetalia schelliani*** относятся к двум союзам. Союз ***Helictotrichion schellianae*** - номенклатурный тип порядка. Номенклатурный тип союза – асс. ***Thalictro petaloidei-Helictotrichetum schelliani*** Hilbig (1987) 1990 (Hilbig, 1990) объединяет луговые степи перистепи северного макросклона Восточного Хангая. Там на высоте 1900-2200 м над ур. м. они приурочены к опушкам лиственничников. В АСГО в этом порядке описаны две ассоциации умеренно-холодных луговых степей: асс. ***Sileno repentis-Caricetum pediformis*** на Юго-Восточном Алтае и асс. ***Aconogono alpini-Caricetum pediformis*** (Макунина, Мальцева, Паршутина, 2007, Макунина, 2011а) – в перистепном поясе Южной Тувы.

В 1994 году А.Ю. Королюк и Б.Б. Намзалов (Королюк, Намзалов, 1994) описали в составе класса ***Cleistogenetea squarrosae*** своеобразный порядок ***Festucetalia kryloviano-tschujensis*** и союз криофитных (высокогорных) степей ***Festucion tschujensis***, назначив номенклатурной ассоциацию криофитных (высокогорных) луговых степей Юго-Восточного Алтая ***Carici rupestris — Festucetum krylovianae***. В оригинальный диагноз порядка и союза (8 видов), помимо криофитных, вошли диагностические виды класса (*Poa attenuata*) и описанного позднее порядка восточносибирско-центральноазиатских луговых степей ***Helictotrichetalia schelliani*** : *Aster alpinus, Potentilla sericea*. Кроме них, в сообществах

номенклатурной ассоциации отмечены и другие диагностические виды этого порядка. Так как криофитные луговые степи являются высокогорным вариантом луговых степей, мы сочли возможным перенести союз ***Festucion tschujensis*** в порядок ***Helictotrichetalia schelliani***. В АСГО союз представлен криофитными луговыми степями двух ассоциаций: ***Carici rupestris-Festucetum krylovii*** на Юго-Восточном Алтае и ***Artemisio phaeolepidis-Kobresietum myosuroidis*** (Макунина, 2011а)- в юго-западной части Тувы.

Таблица 2. Ассоциации луговых степей Алтае-Саянской горной области

Номер синтаксона	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ряды	Северные предгорья – Хакасия -Тува							Западные предгорья - Северный Алтай-Центральный Алтай – Юго-Восточный Алтай											
Число описаний	173	482	35	170	163	40	58	82	118	61	25	172	61	58	10	13	46	51	13
Синтаксоны	Fv-Sp	Bm-Hd	Ca	Al-Cp	Pp-Cp	Aa-Cp	Ap-Km	Fv-Sc	Oc-Sp	Cb-Va	As-Rp	Pc-Dg	Vd-As	Ck-Cp	Cu-Em	Gp-Ca	Pp-Pp	Sr-Cp	Cr-Fk
Порядок	Stipetalia sibiricae (FB)					Helictotrichetalia schelliani (Cs)		Festucetalia valesiacae (FB)		Stipetalia sibiricae (FB)								Helictotrichetalia schelliani (Cs)	
Аффинные виды луговых степей пор. ***Festucetalia valesiacae, Stipetalia sibiricae, Helictotrichetalia schelliani***																			
Festuca valesiaca	III	IV	.	III	III	II	I	II	III	+	+	II	III	I	+	.	V	II	.
Koeleria cristata	II	II	+	+	II	III	.	I	II	+	.	II	II	I	I	I	II	III	.
Galium verum	V	V	IV	V	V	V	III	V	V	V	IV	V	V	V	II	V	IV	III	III
Dianthus versicolor	II	II	III	I	II	III	II	IV	I	II	+	III	III	II	I	.	II	II	I
Potentilla bifurca	II	III	.	III	IV	II	I	I	+	.	+	+	III	II	+	I	IV	II	.
Myosotis imitata+ M. asiatica	III	II	+	III	II	II	IV	+	II	+	I	II	II	III	I	I	III	II	IV
Tephroseris integrifolia	III	III	II	III	III	I	.	I	III	II	I	III	III	III	+	II	II	+	.
Диагностические и аффинные виды луговых степей пор. ***Stipetalia sibiricae, Helictotrichetalia schelliani***																			
Phlomoides tuberosa	V	V	IV	V	V	II	.	V	V	V	IV	V	V	V	IV	V	IV	+	.
Carex pediformis	III	V	V	V	V	V	IV	II	+	III	+	IV	V	V	V	V	V	V	III
Bupleurum multinerve	II	III	IV	III	II	III	III	.	+	+	I	IV	V	IV	I	IV	V	II	III
Aster alpinus	III	IV	IV	III	IV	IV	V	.	.	.	.	III	IV	III	II	III	III	V	V
Helictotrichon altaicum + H. desertorum	II	IV	.	III	V	IV	I	I	+	.	.	III	IV	III	+	IV	III	IV	III
Thalictrum foetidum	II	IV	III	III	III	IV	I	+	.	+	+	I	IV	III	+	IV	I	III	.
Schizonepeta multifida	II	IV	III	IV	V	III	+	.	.	+	.	III	V	IV	.	IV	IV	+	+
Pulsatilla patens	III	IV	III	V	IV	III	I	+	II	II	I	III	III	III	II	II	V	III	II
Artemisia latifolia+A. tanacetifolia	IV	V	+	V	IV	IV	+	II	I	III	II	III	IV	II	.	I	I	.	.
Poa botryoides+ P.attenuata	+	II	.	III	IV	IV	V	.	.	.	.	I	.	II	.	+	IV	V	IV.
Helictotrichon schellianum	II	III	I	III	III	II	.	+	+	.	.	II	IV	IV	II	III	II	II	.
Aconogonon alpinum	II	I	III	II	+	IV	III	.	+	+	III	II	II	V	V	IV	IV	III	II
Aconitum barbatum	IV	IV	IV	III	+	II	+	.	I	II	.	III	V	IV	.	V	II	I	II
Аффинные виды луговых степей пор. ***Festucetalia valesiacae, Stipetalia sibiricae***																			
Anemone sylvestris	III	III	.	II	I	.	.	+	II	I	+	I	II	II	.	II	I	.	.
Phleum phleoides	V	IV	I	V	IV	I	+	V	V	IV	II	IV	II	IV	IV	+	V	.	.
Ranunculus polyanthemos	III	II	.	II	+	.	.	I	III	II	+	II	I	II	.	.	I	+	.
Achillea asiatica	V	IV	I	IV	+	+	I	IV	V	V	IV	V	IV	V	V	II	IV	I	II
Fragaria viridis	V	III	I	IV	II	.	.	V	V	V	IV	IV	III	IV	II	III	III	.	.
Onobrychis arenaria	III	III	.	II	II	+	.	II	II	III	I	III	III	II	.	I	II	.	.
Stipa pennata	III	II	I	II	III	.	.	V	IV	V	II	III	II	I	+	I	+	.	.
Scabiosa ochroleuca	II	II	+	II	III	.	.	IV	III	I	+	II	IV	II	I	I	I	.	.
Calamagrostis epigeios	III	II	I	III	I	+	.	V	IV	V	III	III	I	II	IV	II	.	.	.
Plantago urvillei	V	III	.	I	+	+	.	IV	V	IV	I	IV	V	III	.	+	.	.	.
Poa angustifolia	V	II	.	II	+	+	.	IV	V	IV	II	III	II	II	.	I	I	+	.
Seseli libanotis	V	IV	.	.	.	.	.	III	IV	V	+	II	II	II	.	II	+	.	.
Medicago falcata	II	I	+	+	+	.	.	V	V	V	II	III	I	I	.	+	.	.	.
Astragalus danicus	III	II	+	+	+	.	.	I	III	III	+	II	I	II	.	.	+	.	.
Artemisia glauca	II	II	I	II	IV	I	.	IV	III	I	.	+	.	.	.	.	.	I	.
Stipa capillata	II	II	+	I	II	.	.	V	II	I	.	II	III	+	.	II	I	.	.
Trommsdorfia maculata	IV	III	I	III	I	+	.	I	II	IV	I	III	II	II	I	+	II	.	.
Виды, тяготеющие к западным предгорьям																			
Peucedanum morisonii	+	+	.	.	.	.	.	III	III	V	II	II	+	.	.	.	.	.	.

Номер синтаксона	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Origanum vulgare	II	+	II	.	.	.	.	I	II	II	IV	IV	+	.	IV	.	.	.	.
Filipendula vulgaris	+	.	.	.	.	.	.	IV	V	V	IV	V	I	+	.	.	.	.	.
Centaurea scabiosa	II	+	.	+	.	.	.	III	III	IV	I	III	+	+	.	.	.	.	.
Veronica spicata	+	+	+	+	+	.	.	IV	III	II	II	II	+	.	+	.	II	.	.
Hypericum perforatum	+	+	+	.	.	.	.	III	I	II	III	II	.	.	III	.	.	.	.
Inula salicina	II	II	+	+	.	.	.	II	I	V	II	IV	+	.	.	.	.	.	.
Аффинные виды пор. ***Festucetalia valesiacae***																			
Potentilla argentea + P.canescens	I	+	.	+	+	.	.	V	V	I	II	+	.	.	.	.	.	.	.
Adonis vernalis	+	+	.	+	.	.	.	IV	IV	III	.	+	+	.	.	.	.	.	.
Nonea rossica	+	.	.	+	.	.	.	III	III	I	+	I	+	.	.	.	.	.	.
Виды, тяготеющие к алтайским луговым степям																			
Potentilla chrysantha	II	+	+	+	.	.	.	II	+	III	IV	V	V	V	I	IV	II	.	+
Spiraea trilobata	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	III	I	.	IV	I	.	.
Artemisia laciniata	+	I	.	+	+	.	.	.	+	+	I	III	V	V	.	IV	II	II	+
Диагностические виды луговых степей пор. ***Stipetalia sibiricae***																			
Iris ruthenica	IV	V	IV	V	III	I	.	III	IV	IV	IV	IV	V	V	IV	V	V	.	.
Helictotrichon pubescens	III	II	+	II	+	+	+	I	III	III	II	III	II	IV	III	I	II	+	.
Lupinaster pentaphyllus	IV	III	II	IV	II	+	.	I	III	V	I	V	IV	IV	III	II	II	+	+
Sanguisorba officinalis	IV	IV	I	III	+	.	.	I	II	IV	+	IV	V	IV	.	I	I	.	.
Galium boreale	IV	V	III	V	I	I	+	+	II	IV	IV	V	V	V	V	IV	III	+	I
Campanula glomerata	III	IV	II	III	+	I	I	+	II	II	+	III	V	III	II	I	I	+	+
Dracocephalum ruyschiana	III	II	.	IV	+	.	.	+	I	III	I	III	II	III	IV	II	I	.	.
Veronica krylovii	III	II	I	I	+	.	.	I	III	III	II	III	IV	IV	III	I	III	.	.
Saussurea controversa	II	III	I	I	+	I	+	.	.	+	.	+	III	III	I	+	+	+	II
Диагностические и аффинные виды союза ***Festucion tschujensis***																			
Pulsatilla ambigua	.	+	.	.	+	+	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	III	III
Potentilla nivea	.	+	+	+	+	I	IV	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	II	V
Bistorta vivipara	+	+	.	+	+	+	III	.	.	.	.	+	+	+	.	.	+	II	IV
Artemisia phaeolepis	.	.	.	+	.	+	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	III	V
Helictotrichon hookeri	.	+	.	.	+	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	V
Festuca kryloviana	.	.	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	V
Kobresia myosuroides	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	IV
Koeleria altaica	.	.	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+
Eritrichium pulviniformis	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Androsace lehmanniana	.	+	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pachypleurum alpinum	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	II
Helictotrichon mongolicum	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Eremogone meyeri+E.formosa	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Pachyneurum grandiflorum	.	.	.	.	+	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III
Thalictrum alpinum	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III
Primula algida	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV
Seseli condensatum	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	+	IV
Comastoma tenellum	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	IV
Carex rupestris	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV
Диагностические виды отдельных ассоциаций																			
Agrimonia pilosa	IV	I	+	+	+	.	.	II	II	II	I	II	II	IV	.	IV	.	.	.
Trifolium pratense	IV	+	.	.	.	.	.	I	II	II	+	II	+	+	.	.	.	.	.
Geum aleppicum	III	I	.	+	+	+	.	+	I	I	I	I	+	II	.	I	+	.	.
Stellaria graminea	III	+	.	+	.	.	.		II	II	+	+	.	I	.	.	.	+	.
Festuca pratensis	III	+	.	+	.	.	.	+	II	II	.	I	.	+	.	.	.	.	.
Kitagawia baicalensis	+	I	IV	+	+	I	.	.	.	.	.	II	III	+	.	I	+	I	.
Spiraea chamaedrifolia	+	+	IV	+	+	+	+	.	+	+	.	+	+	I	.	II	I	+	+
Orostachys spinosa	+	+	III	+	+	I	I	.	.	.	.	+	+	+	.	.	+	II	+
Caragana frutex	.	+	III	.	.	.	.	.	.	+	II	+	.	.	.	.	.	.	.
Cotoneaster melanocarpus	I	II	IV	I	I	I	.	+	.	+	III	II	II	II	I	V	I	.	.
Caragana arborescens	+	+	III	+	+	+	.	.	+	.	I	I	+	II	.	V	II	.	.
Caragana pygmaea (Cs)	.	+	I	I	IV	+	.	.	.	.	.	+	I	I	.	II	.	+	.
Coluria geoides	.	+	+	II	IV	II	I	.	.	.	.	+	.	+	.	II	II	+	.
Artemisia santolinifolia	.	.	.	+	I	IV	+	.	.	.	.	+	+	.	.	III	II	+	+
Potentilla sericea	+	+	.	+	+	II	IV	.	+	.	.	+	+	+	.	.	+	II	.
Carex praecox	II	+	.	+	+	.	.	I	IV	I	I	+	.	+	.	.	.	.	.

Номер синтаксона	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Campanula bononiensis	.	.	.	.	.	.	.	II	+	III	+	+	.	+	.	.	.	.	.
Vicia amoena	IV	II	II	+	+	.	.	V	III	V	+	II	.	+	.	.	.	.	.
Rosa pimpinellifolia	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	V	I	.	I	II	III	I	+	.
Lonicera tatarica	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	III	+	.	.	+	.	.	.	.
Viola hirta	+	+	.	.	.	.	.	I	I	II	III	II	+	.	+	.	.	.	.
Spiraea crenata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	+	.	.	.	.	.	.	.
Artemisia sericea	I	III	+	+	.	.	+	.	+	+	IV	III	I	II	V	II	+	+	.
Dactylis glomerata	I	+	.	.	.	.	.	I	II	II	IV	III	+	+	II	.	.	.	.
Brachypodium pinnatum	+	+	+	+	.	.	.	.	+	II	I	III	I	+	II	.	.	.	.
Geranium pratense	II	II	II	+	+	II	.	+	+	II	+	II	IV	II	II	II	+	.	.
Gentiana decumbens	+	I	.	II	II	II	I	.	.	.	.	+	III	II	.	+	III	III	III
Gentianella amarella	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+	.	+	III	II	.	II	I	I	.
Stelleropsis altaica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	III	+	.	.	.	.	.
Centaurea sibirica	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	II	III	+	.	.	+	.	.
Allium rubens	.	+	.	.	+	+	.	.	.	+	.	II	III	I	.	+	+	II	.
Hedysarum gmelinii	+	II	.	.	.	+	.	+	.	.	.	I	III	+	.	I	+	II	.
Viola dissecta	+	+	II	+	+	+	.	.	.	I	.	I	III	+	.	I	.	+	.
Gentiana macrophylla	II	II	I	I	+	I	+	+	+	II	.	II	III	IV	.	I	+	.	+
Achnatherum sibiricum	I	II	+	I	+	.	.	+	.	+	.	II	IV	III	.	IV	.	.	.
Primula macrocalyx	II	I	+	.	.	.	.	.	.	I	I	III	II	IV	II	II	I	.	.
Cruciata krylovii	.	+	II	.	.	.	.	.	.	.	+	I	I	III	+	+	.	.	.
Lilium pilosiusculum	I	I	II	II	+	II	.	.	+	II	.	+	+	III	II	II	I	.	.
Adonis sibirica	+	+	.	+	.	.	.	+	+	+	+	+	II	III	.	.	+	.	.
Geranium pseudosibiricum	II	II	I	III	+	+	+	.	+	II	.	II	II	IV	IV	+	II	+	.
Veronica porphyriana	+	+	.	.	.	.	II	.	.	.	.	I	I	+	IV	+	II	III	II
Clematis integrifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	+	.	.	III	.	.	.	.
Bupleurum longifolium	+	+	+	.	.	.	.	.	+	+	I	+	.	+	III	.	.	.	.
Crepis sibirica	I	+	I	+	+	.	.	.	+	II	I	+	.	+	III	.	+	.	.
Euphorbia pilosa	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	III	.	.	.	.
Galium paniculatum	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	I	II	II	.	V	.	.	.
Carex obtusata	+	+	.	+	+	I	.	.	.	.	.	+	.	.	I	.	III	II	.
Geranium transbaicalicum	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	III	I	II
Artemisia rupestris	+	+	.	+	.	.	II	.	+	.	+	+	.	.	.	.	III	I	II
Potentilla matsuokana	+	+	.	+	I	II	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	IV	+	.
Artemisia frigida	+	+	+	+	II	II	I	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	I
Прочие виды																			
Aconitum anthoroideum	+	I	II	+	+	I	+	.	.	+	II	I	I	II	III	.	III	I	II
Adenophora lamarckii	I	II	+	III	+	II	+	+	.	I	.	+	+	I	.	I	.	.	.
Allium nutans	+	+	+	.	+	+	.	II	+	I	.	I	I	+	II	+	III	.	.
Allium strictum	II	III	III	IV	I	II	+	I	I	I	I	I	II	II	III	I	IV	I	+
Artemisia dracunculus	I	+	.	+	+	.	.	II	II	II	II	II	II	I	+	II	I	+	.
Artemisia gmelinii	I	II	III	+	+	.	+	II	+	II	II	IV	II	+	.	.	I	I	+
Artemisia macrantha	I	I	III	III	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	.	.	III	+	+
Artemisia vulgaris	III	I	I	+	+	.	.	I	+	I	+	I	+	I	II	I	.	.	.
Astragalus adsurgens + A. austosibiricus	+	I	+	I	II	III	II	.	.	.	.	+	I	+	.	+	III	II	I
Aulacospermum anomalum	+	I	.	.	.	.	.	+	.	II	I	II	II	II	III	.	II	+	II
Bistorta major	+	+	+	+	+	+	III	.	.	.	.	I	II	III	III	.	.	II	III
Bromopsis inermis	II	II	.	III	II	+	.	II	III	II	I	I	II	III	.	+	II	.	.
Bupleurum scorzonerifolium	I	II	+	II	III	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Campanula altaica	+	+	.	.	.	.	+	.	I	+	I	II	+	I	III	+	I	+	.
Carex supina	+	I	+	I	I	II	.	I	I	+	+	+	+	I	.	.	II	III	.
Cotoneaster uniflorus	.	+	+	+	.	I	I	.	.	.	.	.	.	I	III	.	II	+	+
Dracocephalum nutans	II	I	II	+	+	.	+	II	IV	I	II	III	+	+	I	+	.	+	.
Elymus gmelinii	II	II	II	I	+	+	+	+	+	I	.	II	II	II	.	III	I	I	II
Elytrigia repens	IV	II	.	II	+	+	.	III	III	III	I	II	III	III	+	II	+	.	.
Euphorbia discolor	+	+	II	I	+	+	+	I	+	I	I	+	III	I	.	II	I	.	.
Euphrasia pectinata	II	I	+	+	.	+	+	+	I	+	.	II	III	I	+	I	+	+	I
Filipendula ulmaria	IV	III	.	.	.	.	.	.	II	II	+	+	.	+	.	.	.	.	.
Galatella angustissima	I	II	+	I	II	II	.	II	+	I	+	I	I	I	.	II	III	+	.

Номер синтаксона	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Galatella biflora	II	III	.	I	+	+	+	.	I	II	III	II	III	+	.	+	II	+	.
Gypsophila altissima	III	II	I	+	+	.	.	II	III	II	I	III	III	II	+	III	II	+	.
Heteropappus altaicus	+	+	+	+	I	I	.	III	.	.	.	+	II	.	.	.	+	.	.
Hieracium umbellatum	IV	III	III	III	I	.	.	II	II	V	+	III	II	II	.	.	+	.	.
Larix sibirica	+	+	I	I	I	II	I	.	.	.	.	+	I	I	.	III	II	I	I
Lathyrus humilis	I	I	II	+	+	.	.	+	I	III	II	II	II	III	V	+	.	.	.
Leontopodium ochroleucum	+	I	.	+	I	II	II	.	.	.	.	+	I	+	.	I	.	.	III
Ligularia glauca+L. altaica	+	+	+	.	+	I	+	+	+	II	.	II	III	II	IV	.	II	I	II
Linaria vulgaris	III	I	.	+	+	+	.	III	II	III	I	+	+	+	.	I	.	.	.
Oberna behen	+	+	I	+	+	.	.	.	+	+	II	+	.	I	III	.	.	.	.
Oxytropis strobilacea+ O.campanulata	I	II	+	III	III	II	II	.	II	.	.	+	I	I	.	II	IV	I	IV
Pentaphylloides fruticosa	+	+	.	I	+	III	II	.	.	.	.	+	I	+	+	.	+	II	III
Peucedanum vaginatum	+	I	.	II	III	II	I	.	+	.	.	+	+	I	.	I	II	III	+
Pinus sylvestris	+	+	III	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Poa transbaicalica	II	III	V	I	+	II	.	II	II	I	.	III	III	I	+	V	+	+	.
Poa urssulensis	I	I	.	+	+	.	+	III	I	IV	II	II	II	II	II	.	.	.	.
Polygala comosa	III	III	I	IV	III	I	+	I	II	II	I	III	III	IV	III	IV	II	+	+
Polygonatum odoratum	II	II	III	+	.	.	.	II	I	V	+	III	I	I	.	.	.	.	.
Potentilla flagellaris	II	II	.	+	.	.	.	II	+	III	+	II	I	+	.	.	.	.	.
Potentilla multifida	+	+	I	+	+	+	I	.	+	.	.	.	+	+	III	.	+	+	.
Rhinanthus vernalis	II	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	I	I	+	III	.	.	.	.
Rosa acicularis	I	II	I	III	II	I	+	+	+	II	I	I	+	+	IV	.	I	.	.
Rubus saxatilis	III	II	II	+	.	.	.	+	+	IV	+	II	+	+	.	+	.	.	.
Scutellaria scordiifolia	III	II	+	+	+	.	.	II	+	I	.	I	II	I	.	+	+	.	.
Sedum hybridum	+	+	III	.	+	+	.	.	+	+	II	I	+	+	II	.	+	+	.
Silene repens	II	II	I	II	+	III	II	I	I	II	II	I	I	I	.	I	III	IV	III
Solidago virgaurea	II	+	+	+	.	.	.	I	II	III	+	+	+	+	II	+	.	.	.
Spiraea hypericifolia	+	+	.	I	III	+	.	.	+	+	II	+	.	.	.	.	III	+	.
Spiraea media	+	I	III	III	I	II	+	+	+	I	I	+	.	+	V	.	+	+	.
Taraxacum officinale	III	II	+	+	+	+	.	I	III	II	+	II	+	I	.	.	+	.	.
Thalictrum minus	IV	III	III	II	I	II	.	V	III	V	III	III	+	II	IV	IV	I	+	I
Thalictrum petaloideum	+	II	I	III	II	+	.	.	.	+	.	II	II	III	.	II	+	.	.
Thalictrum simplex	III	I	.	+	+	+	.	I	I	II	+	II	II	III	.	.	I	.	.
Thesium refractum	+	+	+	+	I	+	+	+	+	+	I	II	II	I	.	III	I	+	.
Tragopogon orientalis	III	II	I	+	+	.	+	I	I	III	+	II	I	II	.	+	I	.	.
Valeriana rossica	I	II	III	II	I	II	+	I	+	I	I	I	III	I	+	.	I	+	II
Veratrum nigrum	II	III	II	II	+	II	.	+	+	II	.	+	I	III	.	II	.	.	.
Veronica incana	II	II	III	II	IV	III	+	I	I	+	.	+	+	+	.	II	.	.	.
Vicia cracca	IV	III	+	I	+	I	.	I	II	II	I	II	II	II	.	.	I	.	.
Vicia multicaulis	I	II	II	IV	I	II	+	+	+	I	+	II	II	II	.	I	+	.	.
Vicia unijuga	II	II	II	.	.	.	.	+	I	III	+	II	+	I	.	.	.	.	.

Таким образом, луговые степи АСГО относятся к трем порядкам двух классов: пор. ***Festucetalia valesiacae***, пор. ***Stipetalia sibiricae*** класса ***Festuco-Brometea*** и пор. ***Helictotrichetalia schelliani*** класса ***Cleistogenetea squarrosae***. Наибольшим разнообразием ассоциаций луговых степей характеризуется пор. ***Stipetalia sibiricae***.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Hilbig W.* 1990. Neu beschriebene Pflanzengesellschaften aus der Mongolischen Volksrepublik // Feddes Repertorium Vol.101. № № 3-4. С. 189-206

2. *Артемов И. А., Королюк А. Ю., Седельникова Н. В. и др.* 2001. Флора и растительность Катунского заповедника. Новосибирск:316 с.

3. *Дымина Г. Д.* 1989. Материалы к флористической классификации растительности Западной Сибири (Правобережье Оби Новосибирской области). 68 с. Деп. в ВИНИТИ 28.03.89. № 2002-В89.

4. *Житлухина Т. И.* 1986. О двух ассоциациях степей Западного Саяна // Классификация растительности СССР с использованием флористических критериев. М.: Изд-во МГУ. С. 184-193.

5. *Королюк А. Ю.* 1997. Синтаксономия растительности Восточного Казахстана. Союз Rosion pimpinellifolium all. nov. // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. Барнаул. Вып. 3 С. 55-69.

6. *Королюк А. Ю., Макунина Н. И.* 2001. Степи Алтае-Саянской горной области. Порядок Stipetalia sibiricae Arbuzova et Zhitl. ex Korolyuk et Makunina, союз Aconito barbati–Poion transbaicalicae all. nov. // Krylovia. Т. 3 № 2. С. 35–49.

7. *Королюк А. Ю., Намзалов Б. Б.* 1994. Криофитные степи гор юга Сибири // Сибирский экологический журнал. № 5. С. 475-481.

8. *Лащинский Н. Н.* 2002. Синтаксономический анализ разнообразия лугов Салаирского кряжа // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Барнаул. С. 159-169.

9. *Ливеровский Ю. А.* 1987. Проблемы генезиса и географии почв. М. 248 с.

10. *Макунина Н. И.* 2006. Степи Минусинских котловин // Turczaninowia. Т. 9. Вып. 4. С. 112-144.

11. *Макунина Н. И.* 2011a. Высотная поясность южного макросклона Западного и Восточного Тану-Ола: основные типы растительных сообществ // Сибирский экологический журнал. № 3. С. 357-377.

12. *Макунина Н. И.* 2011b. Зонально-поясные типы растительных сообществ лесостепи Западной и Средней Сибири // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. Т.1. Тез. докл. СПб. С. 370-373.

13. *Макунина Н. И., Королюк А. Ю., Мальцева Т. В.* 2010. Растительность Бийско-Чумышской возвышенности // Растительность России. № №16. С. 40-55.

14. *Макунина Н. И., Мальцева Т. В., Паршутина Л. П.* 2007. Горная лесостепь Тувы // Растительность России. № 10. С. 61-88.

15. *Намзалов Б. Б.* 1994. Степи Южной Сибири. Новосибирск-Улан-Удэ. 304 с.

16. *Поликарпов Н. П., Чебакова Н. М., Назимова Д. И.* 1986. Климат и горные леса Южной Сибири. Новосибирск:Наука. 226 с.

THE SYNTAXONOMY OF MEADOW STEPPES OF ALTAI-SAYAN MOUNTAIN SYSTEM

© 2012 N.I. Makunina

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, 630090 Novosibirsk

This article presents the survey of Altai-Sayan meadow steppe syntaxa, the areas of these association are discussed.

Key words: *meadow steppe, forest-steppe, Altai-Sayan mountain system*.

Natalia Makunina, senior researcher of the laboratory of ecology and geobotany. E-mail: natali.makunina@mail.ru

УДК 581.553

КЛАССИФИКАЦИЯ ВЫСОКОГОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ХРЕБТА ЧИХАЧЕВА (ЮГО-ВОСТОЧНЫЙ АЛТАЙ)

© 2012 В.А. Мамахатова

Центральный сибирский ботанический сад

В статье приведена классификация высокогорной растительности хребта Чихачева,

Составлен продромус и даны геоботанические характеристики основных синтаксонов растительного покрова.

Ключевые слова: *растительность высокогорий, тундра, степь, классификация, синтаксономия, Алтай, семиаридный климатический сектор, поясность.*

Юго-Восточный Алтай находится в районе недостаточного увлажнения, в высокогорьях выпадает 200–500 мм осадков в год. Зимняя месячная сумма осадков минимальна и составляет 10–30 мм. [1]. Среднегодовая температура воздуха отрицательная и составляет -6–9° С, вследствие этого, на большей части исследуемого сектора, развита многолетняя мерзлота.

Зимы холодные, средние температуры января -20–24°. Лето прохладное, средние температуры июля в горах 4–10° [2].

Цель исследования заключалась в выявлении разнообразия растительных сообществ хребта Чихачева и классификации растительности с применением эколого-флористического подхода Браун-Бланке. Исследования растительности были проведены в секторе Юго-Восточного Алтая: в районе оз. Киндыктыкуль и северо-восточной части Тапдуайрского хребта. Описания выполнялись на площадках размером 100 м^2. Классификация растительности проводилась с использованием компьютерной базы данных геоботанических описаний TURBO(VEG) [4], и пакета программ MegaTab [3]. Сообщества травяных тундр с участием кобрезий (*Kobresia myosuroides, K. sibirica*) мы отнесли к классу *Carici rupestris-Kobresietea bellardii* Ohba 1974.

Класс *Carici rupestris-Kobresietea bellardii* объединяет циркумполярные горные и арктические луга. Диагностическими видами класса в исследованном районе являются *Bistorta vivipara, Carex rupestris, Comastoma tenellum, Kobresia myosuroides, Lloydia serotina, Pedicularis oederi, Potentilla nivea*.

Порядок *Kobresietalia myosuroidis* Mirkin et al. (1983) 1986 Ohba (1974) включает сообщества крио-ксеромезофитных травянистых поликарпиков распространенных в семиаридных высокогорьях Азии. К данному порядку мы отнесли 2 союза - *Kobresion myosuroidis* Mirkin et al. 1983 em. Hilbig 2000 и *Potentillo niveae-Caricion pediformis* Telyatnikov et Mamahatova 2011. Союз *Kobresion myosuroidis* объединяет сообщества крио-ксеромезофитных лугов распространенных в семиаридных высокогорьях Монголии, Тувы, Юго-восточного Алтая. К данному союзу нами отнесено 4 ассоциации.

Фитоценозы асс. *Hedysaro consanguinei-Kobresietum myosuroidis* приурочены к выпуклым частям водоразделов крутизной 5-10 градусов, пологим склонам гор гольцового пояса преимущественно северной и северо-восточной экспозиций и характерны для высот 2400–2670 м над ур. моря. Диагностические виды ассоциации: *Hedysarum consanguineum, Aulacomnium turgidum, Carex tristis* subsp. *stenocarpa, Luzula sibirica, Gentiana algida, Dicranum species, Poa alpina, Claytonia joanneana, Pedicularis oederi.*

Мамахатова Венера Александровна, старший лаборант, аспирант.E-mail: venera-arenev@mail.ru

Сообщества асс. *Minuartio vernae-Papaveretum pseudocanescentis* приурочены к верхним пологим (5–10°) дренированным частям склонов гор разных экспозиций, в гольцовом поясе и характерны для высот 2500–3000 м над ур. моря. К данной ассоциации относятся 3 субас. *typicum, patrinietosum sibiricae*, *kobresietosum sibiricae.* Диагностические виды ассоциации: B*istorta major,* P*apaver* p*seudocanescens, Dactylina ramulosa,* P*otentilla nivea,* T*halictrum alpinum,* M*inuartia verna,* P*oa litvinoviana*

Фитоценозы асс**.** *Bupleuro multinervis-Potentilletum niveae* приурочены к выпуклым участкам горных склонов (12-25°) главным образом северо-западной экспозиции. Сообщества приурочены к высотам 2200-2280м. К ассоциации относятся 2 субас. *seselietosum condensati, typicum.* Диагностические виды ассоциации: *Aconitum barbatum, Dianthus superbus, Bupleurum multinerve, Abietinella abietina.*

Асс. *Dryado oxyodontae-Hedysaretum consanguinei* сообщества приурочены к выпуклым участкам горных склонов (12-25°), главным образом северо-восточной экспозиции. Приурочены к высотам 2382-2485 над ур моря. Диагностические виды ассоциации*: Dryas oxyodonta, Thalictrum alpinum, Pedicularis tristis, Carex aterrima, Pedicularis oederi, Papaver pseudocanescens, Stellaria peduncularis, Trisetum mongolicum, Betula rotundifolia, Salix recurvigemmis, Spiraea alpine, Arctous erythrocarpa, Salix berberifolia, Salix viminalis, Salix vestita.*

Союз *Potentillo niveae-Caricion pediformis* объединяет сообщества тундро-степей, сообщества союза, по нашему мнению, образовались в результате смешения ценофлор луговых степей, кобрезиевников и дриадовых тундр во время горных оледенений ледниковых периодов голоцена отличавшихся нарастанием оридизации (сухости) климата.

Продромус растительности.
Класс *Carici rupestris-Kobresietea bellardii* Ohba 1974
Порядок *Kobresietalia myosuroidis* Mirkin et al. (1983) 1986 Ohba (1974)
Союз *Kobresion myosuroidis* Mirkin et al. 1983 em. Hilbig 2000
Асс. Hedysaro consanguinei-Kobresietum myosuroidis Telyatnikov et Mamahatova 2011
Асс. *Minuartio vernae-Papaveretum pseudocanescentis* Telyatnikov et Mamahatova 2011
Субасс. *typicum* Telyatnikov et Mamahatova 2011
Субасс. *patrinietosum sibiricae* Telyatnikov et Mamahatova 2011
Субасс. *kobresietosum sibiricae* Telyatnikov et Mamahatova 2011
Асс. *Bupleuro multinervis-Potentilletum niveae ass. nova prov.*
Субасс. *typicum subass. nova prov.*
Субасс. *seselietosum condensati subass. nova prov.*
Асс. *Dryado oxyodontae-Hedysaretum consanguinei ass. nova prov.*
Союз *Potentillo niveae-Caricion pediformis* Telyatnikov et Mamahatova 2011
Асс. *Eritrichio villosi-Helictotrichetum hookeri* Telyatnikov et Mamahatova 2011
Класс *Cleistogenetea squarrosae* Mirkin et al. 1986
Порядок *Festucetalia kryloviano-tschuensis* Korolyuk et Namzalov 1994
Союз *Festucion tschuensis* Korolyuk et Namzalov 1994
Асс. *Poo attenuatae-Festucetum tschujensis* Korolyuk et Namzalov 1994
Субасс. *typicum* Telyatnikov et Mamahatova 2011
Асс. *Gentiano macrophyllae-Helictotrichetum mongolici* Telyatnikov et Mamahatova 2011
Асс. *Pulsatillo ambiguae-Bupleuretum multinervis ass nova prov.*
Субасс. *typicum subass. nova prov*
Субасс. *gentianetosum macrophyllae subass. nova prov.*
Вариант *typicum*
Вариант *Alyssum obovatum*
Асс. *Scutellario grandiflorae-Poetum attenuatae ass nova prov.*
Класс *Salicetea herbaceae* Br.-Bl. 1948
Порядок *Salicetalia herbaceae* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926

Союз *Salicion turczaninowii* Ishbirdin in Ishbirdin et al. 1996 – южносибирский викариант союза *Salicion herbaceae* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926
Асс. *Swertio obtusae-Caricetum tristis* Telyatnikov et Mamahatova 2011
Класс *Loiseleurio-Vaccinietea* Eggler 1952
Порядок *Rhododendro-Vaccinietalia* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926
Союз *Empetro-Betulion rotundifoliae* Zhitlukhina et Onitchenko 1987
Асс. *Flavocetrario nivali-Betuletum rotundifoliae* Telyatnikov et Mamahatova 2011
Субасс. *rhytidietosum rugosi* Telyatnikov et Mamahatova 2011

Союз *Potentillo niveae-Caricion pediformis* включает ассоциацию *Eritrichio villosi-Helictotrichetum hookeri*. Диагностические виды: *Helictotrichon hookeri, Eritrichium villosum,* E*remogone mongolica,* P*oa litvinoviana, Stellaria* p*etraea, Xantho*p*armellia camschadalis,* L*eonto*p*odium leonto*p*odioides,* C*omastoma tenellum, Papaver pseudocanescens, Pentaphylloides fruticosa.* Сообщества приурочены к высокогорно-степному поясу (высоты 2450-2650 м над ур. моря). Занимают дренированные склоны гор крутизной 5-15°, западной и юго-западной экспозиций. Почвы маломощные тундрово-степные дерновые и супесчано-песчаные. Преобладают *Helictotrichon hookeri, Festuca tschujensis, Pulsatilla ambigua, Bistorta major, Eremogone mongolica,* характерны также малообильные *Eritrichium villosum, Comastoma tenellum, Bupleurum multinerve, Potentilla nivea, Saussurea schanginiana.*

Криофитно-разнотравно-злаковые степи мы отнесли к классу *Cleistogenetea squarrosae* и порядку *Festucetalia kryloviano-tschuensis.* Класс *Cleistogenetea squarrosae* объединяет Дауро-Монгольские степи Центральной Азии и степи континентальных районов Северной Азии (Алтай, Тува, Прибайкалье, Якутия). Диагностическими видами класса для исследуемого района являются *Poa attenuata, Artemisia frigida, Koeleria cristata*.

Порядок *Festucetalia kryloviano-tschuensis* и союз *Festucion tschuensis* включает степные сообщества криоаридных условий местообитаний приуроченных к высотам более 2200 м над ур. моря и распространенных в Юго-Восточном Алтае, Туве, Монголии. К данному союзу относятся 4 ассоциации.

Асс. *Poo attenuatae-Festucetum tschujensis* сообщества занимают умеренно крутые склоны водоразделов преимущественно южной и юго-западной экспозиций (20–40°) и приурочены к высотам 2300–2600 м над ур. моря. К ассоциации относится 1 субасс. *typicum.*

Диагностические виды ассоциации: *Poa attenuata, Peucedanum vaginatum, Festuca tschujensis, Artemisia frigida, Astragalus multicaulis.*

Асс. *Gentiano macrophyllae-Helictotrichetum mongolici* ценозы приурочены к высокогорно-степному поясу (высоты 2300–2400 м над ур. моря). Занимают средние и верхние части пологих (3–10°) и крутых (30–40°) дренированных склонов горных террас, ориентированных на северо-запад, запад и юг. Диагностические виды ассоциации: *Helictotrichon mongolicum, Gentiana macro*p*hylla,* A*conogonon di*ff*usum,* K*oeleria cristata,* C*erastium arvense,* A*conitum barbatum, Thalictrum foetidum, Galium verum, Geranium*p*seudosibiricum, Hedysarum consanguineum,* B*istorta vivi*p*ara, Dianthus versicolor*, *Orostachys spinosa.*

Асс. *Pulsatillo ambiguae-Bupleuretum multinervis* сообщества приурочены к вогнутым (15-45°) участкам склонов преимущественно северо-западной южной и западной экспозиции, нанорельеф мелкобугорковатый, микрорельеф бугристый. Фитоценозы приурочены к высотам 2180 до 2490 м над ур. моря. К ассоциации относятся 2 субасс. *gentianetosum macrophyllae,* субасс. *typicum* и 2 варианта *typicum, Alyssum obovatum.*

Диагностические виды ассоциации: *Pulsatilla turczaninovii, Carex obtusata, Dianthus versicolor, Hedysarum consanguineum.*

Асс. *Scutellario grandiflorae-Poetum attenuatae* ценозы приурочены к высотам 2170 до 2350 м над ур. моря. Фитоценозы соотносятся к вогнутым не крутым (5-15°) дренированным участкам склонов гор, преимущественно южной экспозиции, нанорельеф мелкобугорковатый, иногда бугристый.

Диагностическими видами ассоциации являются: *Scutellaria grandiflora, Silene repens, Thalictrum foetidum, Allium rubens, Artemisia glauca, Potentilla kryloviana, Peucedanum vaginatum, Stellaria dichotoma, Rheum compactum.*

Фитоценозы нивальных осоково-разнотравных лугов мы обощили к классу *Salicetea herbaceae*, порядку *Salicetalia herbaceae* на том основании, что их местообитания характеризуются временным избыточным увлажнением, которое образуется в ходе таяния снежников.

Для данного союза описана одна ассоциация *Swertio obtusae-Caricetum sempervirentis*.

Фитоценозы ассоциации приурочены к высотам 2350–2650 м над ур. моря. Занимают дренированные вогнутые склоны гор (крутизной 5–25°) в долинах рек и речек, преимущественно северной и северо-западной экспозиций подгольцового пояса.

Диагностические виды ассоциации: *Bistorta major*, *Carex tristis* subsp. *stenocarpa, Erigeroneriocalyx, Swertia obtusa, Pachypleurumalpinum, Lagotis integrifolia, Eritrichiumvillosum, Comastoma tenellum, Spiraea alpina, Potentilla gelida, Aster alpinus, Festuca altaica, Poa alpina, P. sibirica, Cerastiumpusillum, Rhodiola rosea*.

Сообщества ерниковых тундр и ерников моховых мы отнесли к классу *Loiseleurio-Vaccinietea* порядку *Rhododendro-Vaccinietalia,* объединяющих арктоальпийские кустарниковые и кустарничковые пустоши. Диагностическими видами класса и порядка для территории исследования выступают *Empetrum nigrum, Betula rotundifolia.* Для территории высокогорий Центральной Азии известен союз *Empetro-Betulion rotundifoliae,* являющийся викариантом союза *Rhododendro-Vaccinion* и объединяющий хионофильные альпийские кустарниковые сообщества на кислых почвах. К данному союзу мы отнесли 1 ассоциацию - *Flavocetrario nivali-Betuletum rotundifoliae* .

Ценозы данной ассоциации характерны для средних и нижних частей пологих (5–15°) и умеренно крутых (15–30°) склонов гор подгольцового пояса, преимущественно северной экспозиции. Увлажнение достаточное. Сообщества обычны для высот 2400–2700 м над ур. моря.

К ассоциации относится 1 субассоциация *rhytidietosum rugosi.*

Диагностические виды: *Betula rotundifolia*, *Flavocetraria nivalis, Saussurea alpina, Aulacomniumturgidum*, *Pyrola rotundifolia.*

Таким образом, для хребта Чихачева выделено 4 класса, 4 порядка, 5 союзов, 11 ассоциаций, 9 субассоциаций, 2 варианта. Впервые предложено 4 новых ассоциации, 4 субассоциации, 2 варианта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алтайский край: Атлас. М., Барнаул: ГУГК, 1978. 222с.
2. Справочник по климату СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1969. Вып. 20, ч. 4. 331с
3. *Hennekens S.* MEGATAB a visual editor for phytosociological tables. Giesen & Geurnt Ulft, 1996a. 11 p.
4. *Hennekens S.* TURBO(VEG) Software package for input processing, and presentation of phytosociological data: User's guide. JBN-DLO, Univertsity of Lancaster, 1996b. 59 p.

CLASSIFICATION OF HIGH-MOUNTAINS VEGETATION OF THE RIDGE CHIKHACHEVA (SOUTH-EAST ALTAI)

© 2012 VA Mamahatova

Central Siberian Botanical Garden

In this article a classification of high-mountain vegetation of the ridge Chikhacheva. Compiled prodromus and given geobotanical characteristics of the main syntaxa vegetation.

Key words: *vegetation, high mountains, tundra, steppe, classification, syntaxonomy, Altai, semi-arid climate sector zonation*

Mamahatova Venera Aleksandrovna, laboratory assistant, graduate. E-mail: venera-arenev@mail.ru

УДК 581.5

ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ МАЛОЙ РЕКИ

© 2012 Е.В. Мойсейчик[1], О.В. Созинов[2]

[1] Витебский государственный университет им. П.М. Машерова, г. Витебск, Беларусь
[2] Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, г. Гродно, Беларусь

Рассмотрена структура водной растительности малой реки. Отмечено 10 ассоциаций, относящихся к 10 формациями Aquiphytosa. Степень α-разнообразия сообществ макрофитов изменяется не значительно. Уровень *β*-разнообразия классов формаций сильно отличен и свидетельствует о значительной степени гетерогенности гидрофитной и гелофитной растительности.

Ключевые слова: *водная растительность, макрофиты, α-разнообразие, индекс Шеннона, индекс Уиттекера (β_W), вертикальная структура, экоморфы*.

Исследование эколого-фитоценотических закономерностей распределения растительного покрова является одним из актуальных направлений в экологии, в том числе экологии макрофитов, которые определяют основные черты естественной водной растительности территории [1, 2]. Помимо этого, экологическое состояние малых рек во многом определяет экологическое состояние и качество вод больших и средних рек [3], и в целом всего бассейна, что составляет основу принципа управления водными ресурсами в соответствии с Рамочной Директивой Евросоюза по воде [4]. Поэтому оценка α-разнообразия, как одного из структурно-функциональных элементов биологического разнообразия растительных сообществ, является одним из необходимых этапов изучения разнообразие между видами и экосистемами согласно Конвенции UNEP [5].

Геоботанические исследования водной растительности малой реки Нача нами проведены в июле-августе (полевой сезон) 2007-2008 и 2011 гг. методом пробных площадей (S=100м^2) [6].

Нача (Нач, Nacz) – река, протекающая на территории Копыльской гряды (исток) и Клецкой равнины (устье) – Ляховичский, Клецкий и Ганцевичский районы Беларуси. Является правым притоком р. Лань (бассейн р. Припять, бассейн Черного моря) [7] и относится к малым рекам: её длина составляет 42 км [8]. Долина преимущественно трапециевидная, шириной 0,5-1 км, местами до 2-3 км. Пойма двухсторонняя, низкая, заболоченная, часто покрыта кустарником, шириной 0,3-0,6 км. Русло извилистое шириной 3-10 м, в верхнем течении на протяжении 20,8 км канализировано. На берегах реки Нача находится 12 населенных пунктов (деревни и поселки городского типа), из них 4 деревни расположены по обе стороны русла реки. На протяжении всей реки расположено 13 мостов, пересекаемых автотрассами [7].

Исследованиями охвачены водные растительные сообщества реки (в устье исследования не проводили). Общая протяженность маршрута составила 35 км. Река нами условно разделена на 7 секторов по 5 км каждый. В каждом секторе закладывали по 2 постоянные пробные площади, в пределах которых выполняли геоботанические описания макрофитной растительности (за три сезона выполнено 39 описаний). Классификация гидроморф проведена согласно экологическим шкалам Г. Элленберга [9]. Для классификации водных фитоценозов использовали доминантно-детерминантный принцип [10]. Показатели фиторазнообразия исследованных ценозов рассчитывали по методикам [11].

Полученные геоботанические материалы позволили представить исследованную растительность в виде следующей классификационной схемы:

Мойсейчик Екатерина Владимировна, магистр биологических наук, преподаватель кафедры ботаники. E-mail: e.mojsejchik@gmail.com; *Созинов Олег Викторович*, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники. E-mail: ledum@list.ru

Тип. Водная растительность – Aquiphytosa
A. Группа классов. Настоящая водная (гидрофильная) растительность – Aquiphytosa genuine
I. Класс формаций. Настоящая водная (гидрофильная) растительность – Aquiphytosa genuine
1. Группа формаций погруженных укореняющихся гидрофитов – Aquiherbosa genuina submersa radicans
1. Формация рдеста блестящего – Potameta lucentis
Ассоциации: 1) Potametum lucentis
2. Формация элодеи канадской – Elodeeta canadensis
Acc. 2) Elodeetum canadensi
2. Группа формаций гидрофитов с плавающими на воде листьями – Aquiherbosa genuina radicans foliis natantibus
3. Формация стрелолиста обыкновенного – Sagittarieta sagittifoliae
Acc. 3) Sagittarietum sagittifoliae
3. Группа формаций гидрофитов, свободно плавающих на поверхности воды – Aquiherbosa genuina natans
4. Формация ряски маленькой – Lemno minori
Acc. 4) Lemnietum minori
Б. Группа классов. Прибрежно-водная (гелофильная) растительность – Aquiherbosa vadosa
II. Класс формаций. Воздушно-водная (гелофильная) растительность – Aquiherbosa helophyta
4. Группа формаций низкотравных гелофитов – Aquiherbosa helophyta humilis
5. Формация манника наплывающего – Glycerieta fluitans
Acc. 5) Glycerietum fluitans
6. Формация ежеголовника всплывшего – Sparganieta emersi
Acc. 6) Sparganietum emersi
7. Формация ежеголовника прямого – Sparganieta erecti
Acc. 7) Sparganietum erecti
5. Группа формаций высокотравных гелофитов – Aquiherbosa helophyta procera
8. Формация манника большого – Glycerieta maximae
Acc. 8) Glycerietum maximae
9. Формация тростника южного – Phragmiteta australis
Acc. 9) Phragmitetum australis
10. Формация двукисточника тростниковаго – Phalaroideta arundinacea
Acc. 10) Phaladoidetum arundinacea

Из приведенной схемы видно, что растительный покров исследуемого водотока представлен 10 ассоциациями, относящимся к 10 формациям. Наиболее распространенными являются формации высокотравных гелофитов: на протяжении трех сезонов на их долю приходится 74% от всех описанных сообществ. Ассоциации данной формации отмечены как на трансформированном, так и меандрированном участках русла реки.

Средняя величина α-разнообразия изученных синтаксонов колеблется незначительно: для гидрофильной растительности – 14 видов, для гелофильной – 16,7, но значения индексов выравненности и Шеннона имеют более широкую изменчивость (табл.). Высокие показатели флористического богатства, на наш взгляд, связаны с тем, что в составе растительных сообществ отмечены гигрофиты, произрастающие в приурезовой зоне и оказавшиеся в условиях водопокрытого грунта на момент исследования. При этом основная морфологическая и экологическая структура фитоценозов определяется высокой долей участия гидрофитов и гелофитов.

Кроме того, существенное влияние на α-разнообразие оказывает пространственное расположение синтаксонов: на канализированном и/или меандрированном участках русла.

Синтаксоны трансформированной части реки характеризуются относительно сходными индексами выравненности при различном уровне однородности сообществ. На

меандрированном участке значения индексов Шеннона и выравненности имеют меньший диапазон изменчивости (табл.).

Таблица 1. Показатели разнообразия формаций водной растительности реки Нача

Формация	Участок русла реки	Объем ценофлоры	Индекс Шеннона	Индекс выравненности
Гидрофильная растительность (β_W = *1,714*)				
Potameta lucentis	К	–	–	–
	М	17	2,140	0,755
Elodeeta canadensis	К	9	1,759	0,801
	М	–	–	–
Sagittarieta saggitifoliae	К	–	–	–
	М	10	1,237	0,537
Lemno minori	К	20	2,188	0,730
	М	–	–	–
Гелофильная растительность (β_W = *2,457*)				
Glycerieta fluitans	К	13	1,733	0,676
	М	–	–	–
Sparganieta emersi	К	10	1,999	0,868
	М	–	–	–
Sparganieta erecti	К	8	1,472	0,708
	М	–	–	–
Glycerieta maximae	К	30	2,497	0,734
	М	32	2,521	0,727
Phragmiteta australis	К	12	2,125	0,855
	М	–	–	–
Phalaroideta arundinacae	К	2	0,610	0,880
	М	5	1,082	0,672

Примечание: К – канализированный участок русла, М – меандрированный участок русла, β_W – индекс (мера) Уиттекера, «–» – сообщества не описаны.

Среди выделенных синтаксонов самыми богатыми по числу видов являются сообщества ассоциации (acc.) Glycerietum maximae (табл.): на обоих участках русла реки они имеют наибольшие значения объемов ценофлор. Степень однородности сообществ на естественном и нарушенном участках реки, как и их выравненность, имеет близкие значения: виды гигрофильного ряда составляют около 95 % от всех отмеченных, а на долю случайных видов остается почти 5 %. Вертикальная структура acc. Glycerietum maximae многоярусная: нижний ярус представлен погруженными растениями (*Elodea canadensis* Michx, *Myriophyllum verticillatum* L. и др.), второй – плавающими на поверхности воды (*Hydrocharis morsus-ranae* L., *Lemna minor* L. и др.), и третий – низкотравными гелофитами (*Rorippa amphibia* (L.) Bess, *Sparganium emersum* Rehm. и др.) и четвертый – высокотравными воздушно-водными растениями (*Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holub., *Typha latifolia* L. и др.) и не зависит от положения фитоценозов в пределах русла.

Для acc. Elodeetum canadensi и acc. Potametum lucentis также характерно довольно высокое видовое богатство и экологическая однородность сообществ (95 % экоморф – гидро- и гигрофиты) при относительно высоких показателях индекса Шеннона (1,759 и 2,140 соответственно). Acc. Potametum lucentis характеризуется трехъярусной структурой: 1 – погруженные гидрофиты (*Elodea canadensis* Michx, *Potamogeton lucens* L. и др.), 2 – плавающие на поверхности и в толще воды (*Spirodella poliryzha* (L.) Schleid., *Lemna trisulca* L. и др.) и 3 – невысокие гелофиты и гигрофиты (*Polygonum hydropiper* L., *Agrostis stolonifera* L. и др.). Для acc. Elodeetum canadensi отмечено только два яруса: полностью погруженных

(*Elodea canadensis* Michx и *Veronica beccabunga* L.) и воздушно-водных растений (*Alisma plantago-aquatica* L., *Sparganium emersum* Rehm.и др.).

У остальных ассоциаций отмечен небольшой объем ценофлор и невысокий уровень гомогенности растительных сообществ (табл.). Вероятно, это связано с тем, что некоторые синтаксоны были представлены только в 1-2 описаниях. Однако степень однородности этих сообществ сходная, что связано с однотипной структурой (как правило, четко выраженный один ярус и отдельные виды-представители других ярусов) и близким составом гидроморф.

Вместе с тем, уровень β-разнообразия Уиттекера классов формаций сильно отличен и свидетельствует о значительной степени гетерогенности гидрофитной и гелофитной растительности (табл.). В связи с тем, что α-разнообразие синтаксонов истинно водной растительности меньше (в сумме 38 видов), то и степень однородности их видового состава высока. Воздушно-водная растительность характеризуется более высокими показателями α-разнообразия (отмечено 56 видов) и соответственно высоким разнообразием флористического состава синтаксонов. Основным экологическим компонентом гидрофитной и гелофитной растительность являются гидрофиты, определяющие черты сходства водной растительности водотока. Кроме того, для ассоциаций воздушно-водной растительности характерен широкий спектр гидроморф: от гелофитов до гигромезофитов, что связано с высокой амплитудой колебаний уровня увлажнения и переменности увлажнения на канализированной части водотока (искусственная регуляция уровня вод).

По результатам исследования отмечено, что высокими показателями индекса Шеннона характеризуются синтаксоны, имеющие сложную вертикальную структуру и находятся вне зависимости от их пространственного расположения в пределах реки. Уровень β-разнообразия указывает на существенную гетерогенность истинно водной и воздушно-водной растительности, не смотря на то, что основным структурным компонентом сообществ являются гидрофиты. Значительная неоднородность гелофитной растительности обусловлена колебаниям уровня воды, вызванного антропогенной трансформацией русла водотока, способствующей заселению видами гигрофитного ряда гидрофитных местообитаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изучение растительного покрова ручьев и рек: методика, приемы, сложности / *А.А. Бобров, Е.В. Чемерис* // Материалы VI Всероссийской школы-конференции по водным макрофитам «Гидроботаника 2005» (пос. Борок, 11 - 16 октября 2005 г). Рыбинск: ОАО «Рыбинский дом печати», 2006. С. 181 - 196.
2. *Лихачева Т.В.* Эколого-фитоценотические закономерности распределения растительного покрова водохранилищ Удмурдской республики: Автореф. дис. канд. биол. наук. Ижевск, 2007. 22 с.
3. Водная и прибрежно-водная растительность малых рек различных геоморфологических районов Новосибирской области / *Л.М. Киприянова, М.А. Клещев* // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана. Лекции и материалы докладов Всероссийской школы-конференции (п. Борок, 18 - 21 ноября 2008 г.). Борок, 2008. С. 160 - 163.
4. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (Хельсинки, 17 марта 1992 г.) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.iwp.ru.
5. Конвенция о биологическом разнообразии (Монреаль, 25 ноября 2002 г.) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.cbd.int/gbo/.
6. *Ипатов В.С.* Методы описания фитоценоза. Санкт-Петербург: СПбГУ, 2000.89 с.
7. Общегеографический атлас. Республика Беларусь. Минская область. Минск: Белорусский Дом печати, 2005. 48 с.

8. Географический атлас Калининградской области. Калининград: Изд-во КГУ; ЦНИТ, 2002. 276 с.

9. *Ellenberg H.* Zeigerwerte der Geffasspflanzen Mitteleuropas. Gottingen, 1992. 282 s.

10. Доминантно-детерминантная классификация водной растительности / *В.Г. Папченков* // Гидроботаника: методология, методы: Материалы Школы по гидроботанике (п. Борок, 8 - 12 апреля 2003 г.). Рыбинск: ОАО Рыбинский дом печати, 2003. С. 126 - 131.

11. *Мэрраган Э.* Экологическое разнообразие и его измерение / под общ. ред. Ю.И. Чернова. М.: Мир, 1992. 181 с.

AQUATIC VEGETATION PHYTOCENOTIC DIVERSITY SMALL RIVER

© 2012 E.V. Mojsejchik [1], O.V. Sozinov [2]

[1] Vitebsk State University, Vitebsk, Belarus
[2] Grodno State University, Grodno, Belarus

In this paper we study the structure of the aquatic vegetation of a small river. We revealed the following syntaxa according to dominant species: 1 type, 2 groups of classes, 2 classes, 5 formation groups, 10 formations including 10 associations. The degree of α-diversity communities of macrophytes does not change significantly because of the ancient and conservatism of the aquatic habitat. The level of β-diversity classes formations of highly different and suggests a significant degree of heterogeneity hydrophytic and gelophytic vegetation.

Key words: *aquatic vegetation, macrophytes, α-diversity, Shannon index, β-diversity*.

Mojsejchik Ekaterina, master of biological sciences, lector of botany. E-mail: e.mojsejchik@ gmail.com; *Sozinov Oleg*, Ph.D., assistant professor of botany. E-mail: ledum@list.ru

УДК 631

СМЕНА СИНТАКСОНОВ ПРИ ПАСТБИЩНОЙ ДИГРЕССИИ В ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ РАЙОНАХ БАШКИРСКОГО ЗАУРАЛЬЯ

© 2012 Р.Т. Муллагулов

Государственное автономное научное учреждение «Институт региональных исследований»

В данной статье представлены результаты исследования стадий пастбищной дигрессии в разных геоботанических районах Башкирского Зауралья. Выявлено, что наибольшей устойчивостью к влиянию фактора выпаса отличаются сообщества разнотравно-ковыльных степей.

Ключевые слова: *степная растительность, синтаксономия, пастбищная дигрессия, Зауралье, геоботаническое районирование.*

Усиливающееся воздействие человека на растительность вызывает формирование новых типов вторичных сообществ в ходе сукцессий - постепенных изменений фитоценозов, которые вызываются внутренними или внешними по отношению к фитоценозам причинами. В современной классификации сукцессии растительного покрова, вызываемые выпасом скота относятся к аллогенным сукцессиям, т.е. постепенным изменениям, вызываемым действием внешних факторов [9; 10].

Характер влияния выпаса на растительный покров степей был рассмотрен уже в начале XX столетия [1; 4; 13] и во второй его половине [5; 6; 7; 8; 9; 14; 15; 16; 18].

В Республике Башкортостан цикл работ по изучению пастбищной дигрессии и постпастбищной демутации был выполнен в Башкирском Зауралье (БЗ) [3; 12; 17]. Однако, в них отсутствует сравнительный анализ влияния климата и, соответственно, типа степного сообщества на пастбищную дигрессию. В то же время именно учет зональной специфики антропогенной динамики степных пастбищ позволяет дифференцировать пастбищные нагрузки для обеспечения поголовья скота пастбищным кормом при условии постоянного воспроизводства фитомассы и сохранения видового состава.

Цель настоящего исследования – выявление стадий и изучение протекания пастбищной дигрессии в разных геоботанических районах БЗ.

Для выявления стадий пастбищной дигрессии проводились геоботанические исследования степной растительности маршрутным методом. За период 2005-2009 гг. было выполнено более 200 полных геоботанических описаний в степных сообществах и их пастбищных производных с разной интенсивностью выпаса. Обилие видов на учетной площадке оценивалось по семибальной шкале Браун-Бланке [9].

Исследования проводились в пределах трех ботанико-географических районов БЗ: Учалинского лесостепного, Сибайского степного и Акъярского степного районов, представляющие широтный градиент Север-Юг, соответствующие трем зональным вариантам степей: луговым (асс. ***Poo angustifoliae-Stipetum pinnatae*** ass. nov.), разнотравно-ковыльным (асс. ***Amorio montanae-Stipetum zalesskii*** ass. nov.) и сухим ковыльным (асс. ***Scorzonero austriacae-Stipetum lessingianae*** ass. nov.).

На основе результатов синтаксономического анализа для каждого геоботанического района БЗ были выстроены принципиальные схемы стадий пастбищной дигрессии (рис.1), куда вошли 3 класса (***Festuco-Brometea, Polygono-Artemisietea austriaceae, Plantaginetea majoris***), 5 ассоциаций и 14 базальных сообществ, выделенных с использованием дедуктивного метода.

Из рисунка видно, что наименьшее число синтаксонов характерно для Учалинского лесостепного района (всего 6). Наибольшее фитосоциологическое разнообразие характерно для V стадии, наименьшее – для II и IV стадии. В северной части градиента пастбищная диг-

Муллагулов Радмир Тимербаевич, кандидат биологических наук, научный сотрудник ГАНУ «ИРИ», mullagulov1985@mail.ru

рессия «проходит» в синтаксономическом пространстве порядка луговых степей ***Festucetalia valesiacae*** и рудерального мезофитного класса ***Plantaginetea majoris.*** В южной и центральной части - порядка настоящих степей ***Helictotricho-Stipetalia*** и рудерального ксерофитного класса ***Polygono-Artemisietea austriacae***. На второй и четвертой стадиях пастбищной дигрессии в центральной и южной части градиента наблюдается явление конвергенции, вследствие наличия толерантных к выпасу вторичных доминантов (*Festuca pseudovina, Stipa capillata*).

Таблица Основные климатические показатели районов исследования [2]

Геоботанические районы	Среднегодовое количество осадков, мм	Среднегодовая температура воздуха, С°	Сумма активных температур, С°	ГТК	Высота снежного покрова на 10 марта, см
Учалинский лесостепной	500-350	1,4-1,8	1900-2000	1,60	30-40
Сибайский степной	350-270	1,8	2000-2200	0,85	30
Акъярский степной	270-300	1,8	2300	0,70	30

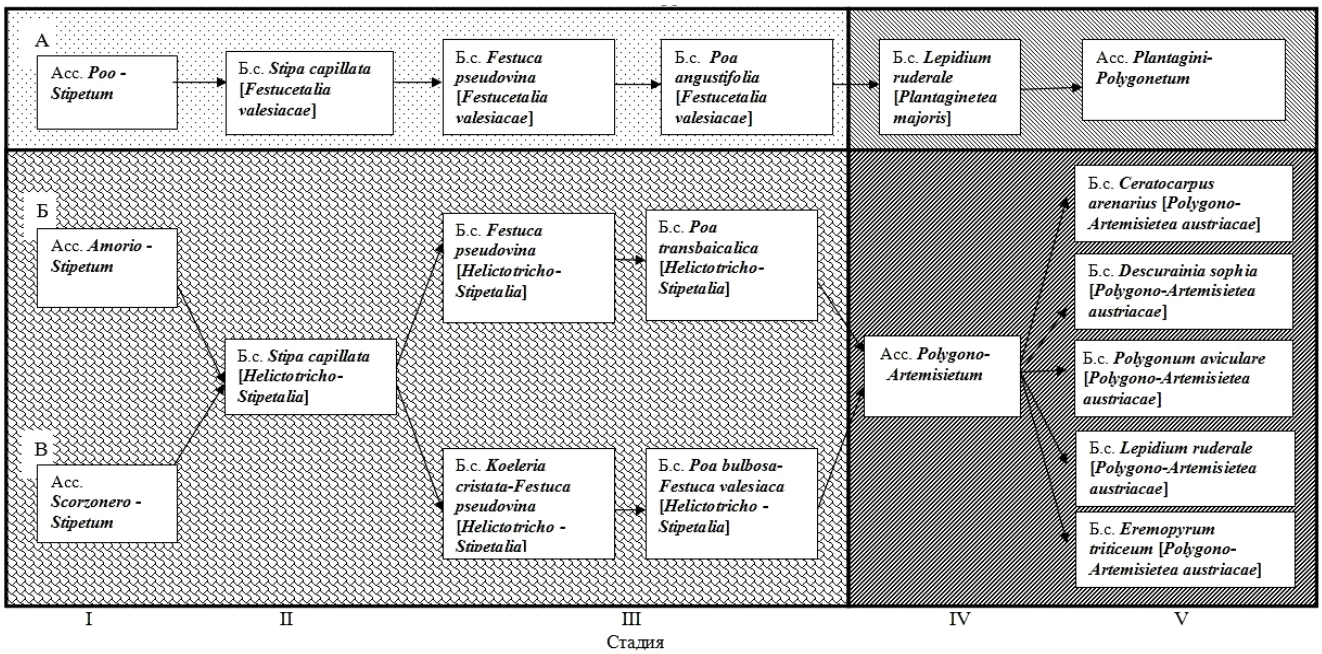


Рис 1. Схема пастбищной дигрессии степей Башкирского Зауралья

Примечание: А – Учалинский лесостепной район, Б – Сибайский степной район, В – Акъярский степной район. – порядок ***Festucetalia valesiacae;*** – порядок ***Helictotricho-Stipetalia;*** – класс ***Plantaginetea majoris;*** – класс ***Polygono-Artemisietea austriacae***; Асс. – ассоциация, Б.с. – базальное сообщество.

На стадиях сбоя происходит дивергенция растительных сообществ, т.к. в их состав внедряются рудеральные виды одно-, двулетники (*Berteroa incana, Convolvulus arvensis*), состав которых во многом случаен. Однако дивергенция также проявляется только в центральной и южной части градиента, так как в северной части только один синтаксон отражает терминальную стадию дигрессии.

Таким образом, наибольшей устойчивостью к влиянию фактора выпаса отличаются сообщества разнотравно-ковыльных степей. Толерантность луговых степей снижается вследствие недостаточного развития дернины злаков, сухих ковыльных – низкой биологической продуктивности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алехин В.В*. Центрально-черноземные степи. Воронеж: «Коммуна», 1934. 96 с.
2. Атлас Республики Башкортостан. Уфа, 2005. 420 с.
3. *Баширова Э.В*. Постпастбищная демутация степных экосистем южной части степного Зауралья Республики Башкортостан. Автор. дисс. … канд. биол. наук. Уфа: БашГУ, 2003. 16 с.
4. *Высоцкий Г.Н*. О лесорастительных условиях района Самарского удельного округа. Почвенно-ботанико-лесоводственный очерк, ч. I. СПб., 1909, ч.II. 235 с.
5. *Горчаковский П.Л., Рябинина З.Н*. Степи южной части Оренбургской области // Растительные сообщества Урала и их антропогенная деградация. Свердловск, 1984. 364 с.
6. *Горшкова А.А., Гринева Н.Ф., Журавлева Н.А., Копытова Л.Д., Лукина И.А., Спивак А.И.* Экология и пастбищная дигрессия степных сообществ Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1977. 192 с.
7. *Иванова В.П*. Растительность Якутии и ее охрана // Якутск, 1981. С.37-56.
8. *Миркин Б.М*. Антропогенная динамика растительности // Итоги науки и техники. Сер. Ботаника. М.: ВИНИТИ. 1984. Т.5. С.139-232.
9. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г*. Наука о растительности. Уфа: Гилем, 1998. 413 с.
10. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И*. Современная наука о растительности. Москва: Логос. 2002.- 263 с.
11. *Муллагулов Р.Т., Суюндуков Я.Т., Ямалов С.М*.. Влияние выпаса на растительный и почвенный компоненты степи Башкирского Зауралья // Вестник ОГУ, №6, 2009, 589-591с.
12. *Мусина Л.Б*. Особенности влияния выпаса разных видов скота на растительность и почвы степных экосистем Башкирского Зауралья: (на примере Абзелиловского района). Автор. дисс. … канд. биол. наук. Уфа: 2003. 16 с
13. *Пачоский И.К*. Описание растительности Херсонской губернии. Т.2. Херсон. 1917. 203 с.
14. *Работнов Т.А*. Луговедение. М.: Изд-во МГУ, 1974. 384 с.
15. *Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А*. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз. 1956. 472 с.
16. *Чибилев А.А*. Экологическая оптимизация степных ландшафтов. Свердловск: УрО АН СССР, 1992. 172 с.
17. *Юнусбаев У.Б*. Степи Башкирского Зауралья: пастбищная дигрессия и возможности их восстановления (на примере Баймакского района). Автор. дисс. … канд. биол. наук. Уфа, 2000. 16 с.
18. *Юнусбаев У.Б*. Фитосоциологический спектр степных растительных сообществ как критерий оценки стадий пастбищной дегрессии // Материалы МНК «Геоботанические исследования в аридных регионах: современное состояние, проблемы и перспективы». Алматы. 2001. С.40-41.

CHANGE IN SYNTAXA PASTURE DIGRESSION IN GEOBOTANICAL AREA BASHKIR TRANS-URALS

© 2012 R. T. Mullagulov

This article presents the results of the study stages of pasture digression in different geobotanical areas of the Bashkir Trans-Urals. Revealed that the most resistant to the influence of different factors grazing community herb-feather grass steppes.

Key words*: steppe vegetation, syntaxonomy, pasture digression, Trans-Urals, geobotanical zoning.*

Mullagulov Radmir Timerbaevich, Ph.D., Research Scientist, mullagulov1985@mail.ru

УДК 581.524.43(524.444.3 – 524.5)

НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К ВЫДЕЛЕНИЮ ВЫСОТНЫХ ПОЯСОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ГОРАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ

© 2012 Е.Г. Николин, Е.И. Троева

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН

В статье приводится литературный обзор подходов к выделению высотных поясов в горах Северо-Восточной Азии. Предлагается свой вариант наименования поясов растительности.

Ключевые слова: *Северо-Восточная Азия, высотные пояса растительности: лесной, подгольцово-кустарниковый, тундровый, эпилитно-лишайниковых сообществ, нивальный.*

В горных системах растительный покров распределяется в определенном порядке, образующем высотные пояса, аналогичные широтным зонам равнинных территорий. Изучению и классификации высотной поясности растительности Азиатской России посвящено большое количество работ известных исследователей (Станюкович, 1960, 1973; Шумилова, 1962; Малышев, 1965 и др.; Юрцев, 1968; Седельников, 1988; Огуреева, 1998, 2011 и др.). Однако, как это отмечалось и ранее, по вопросам терминологии в наименовании высотных зон (поясов) и их объемов продолжают сохраняться значительные расхождения мнений (Седельников, 1988). А это сильно затрудняет формализацию и интерпретацию данных. Региональные особенности горных систем, безусловно, отражаются на специфике структурной организации и распределении растительного покрова. Мы не будем останавливаться на проблемах выделения поясности в глобальном масштабе, а рассмотрим этот вопрос на частном уровне, применительно к обширной горной территории Северо-Восточной Азии, приуроченной к Якутии.

Большинство исследователей гор Якутии, начиная от В.А. Шелудяковой (1938) и М.И. Ярового (1939), вполне определенно отмечает поясное распределение растительности на этой территории. Высотная поясность этого региона разными авторами определяется как континентальная (Толмачев, 1948; а согласно Л.В. Шумиловой (1962) - северо-восточного континентального типа), северо-восточно-сибирского типа (Станюкович, 1960), евразиатская таежная (Лавренко, 1964), арктического и гипоарктического класса типов поясности (Огуреева, 2011). В общих чертах распределение растительности по поясам имеет следующую закономерность. В пределах Бореальной области («Основные особенности…», 1987), нижнюю и среднюю часть склонов занимают лиственничные леса, редколесья и редины (в более южных частях региона – с участием ели, сосны, древовидных берез, осины), выше которых распространены кустарники (кедровый стланик, ольховник, кустарниковые березы). В верхней части склонов заросли кустарников замещаются тундрами, сначала – полидоминантно-кустарничковыми, затем – травянистыми и кустистолишайниковыми. Еще выше располагаются сообщества эпилитных лишайников с небольшим участием петрофитных мхов и единичными высшими растениями (иногда образующими небольшие фрагменты тундровых сообществ). Эпилитно-лишайниковая растительность занимает каменные осыпи и скалы. В отдельных горных массивах, на высоте более 2300 м. присутствуют долинные и склоновые ледники. В зоне оледенения на обнажениях горных пород высшие растения практически отсутствуют. Лишь изредка на уступах можно встретить небольшие латки кассиопеи вересковой, в трещинах – мелкие дернинки мхов, а на скалах – единичные слоевища накипных лишайников, размером с копеечную монету. Однако эта закономерность высотно-зонального распределения растительности, в общих чертах свойственная не только Якутии, но и многим другим горным системам Сибири, в выделении

Николин Евгений Георгиевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Лаборатории горных и субарктических экосистем. E-mail: enikolin@yandex.ru; *Троева Елена Ивановна*, кандидат биологических наук, научный сотрудник Лаборатории биологии луговых растений. E-mail: etroeva@mail.ru

высотных поясов разными исследователями отражается весьма неоднозначно (таблица).

Рассматривая предшествующие подходы геоботаников и географов к выделению высотных поясов в горах Якутии и сопоставляя их с подходами исследователей других горных систем Зауралья, можно заметить оправданные и не совсем верные варианты употребления терминологии. В первую очередь необходимо обратить внимание на то, что в выделении высотно-зональных элементов растительности нужно исходить из геоботанических критериев, опирающихся на градации высших единиц по признаку господствующего типа растительности или, по крайней мере, по господствующей жизненной форме. В связи с этим, нам представляется не вполне правомерным применение к наименованию поясов растительности таких неопределенных географических терминов, как гольцовый, подгольцовый, а также западноевропейских - альпийский и субальпийский. Первая пара терминов относится к категории этно-географических, применяемых населением Сибири без определенных фитоценотических критериев. Под понятием «голец», согласно Э.М. Мурзаева (1984) понимается «…вершина хребта или самая высокая горная цепь, лежащая выше границы леса, выделяющаяся скалистыми пиками или плоскими водоразделами …. Растительность гольцов - мхи, стелющиеся угнетенные кустарники, кедровый стланик». В подгольцовый пояс часто включают и редколесья и кедровый стланик. Кроме того, подгольцовый пояс нередко отождествляют с поясом субальпийским, а гольцовый – с альпийским. Нет необходимости доказывать, что характер распределения растительности в европейских Альпах и в Восточной Сибири имеет аналогии лишь в самых общих чертах. На это обращали внимание А.И. Толмачев (1948), Л.И. Малышев (1965) и др. Отметим хотя бы то, что субальпийские и альпийские луга, по которым определяются данные пояса, в Якутии можно выделить лишь с большой натяжкой. Поэтому, сохраняя уже вошедший в геоботаническую литературу регионально-этнический термин «подгольцовый», мы предлагаем внести в него уточняющее особенности данного пояса наименование господствующей жизненной формы «кустарниковый» (подгольцово-кустарниковый пояс).

Во всех случаях при наименовании поясов стоит исключить прилагательное «горный», поскольку понятие «пояс» само подразумевает элемент горной растительности.

Выделяя нижний высотный пояс (Григорьев, 1956), необходимо принимать во внимание, что основной его составляющей являются древовидные растения. В тех случаях, когда представители этой жизненной формы образуют сообщества высокой сомкнутости (лес), с выделением лесного пояса проблем обычно не возникает. А когда ярус деревьев разреживается (редколесья и редины), отнесение их к высотным поясам вызывает противоречивые мнения. Обычно в нижних ярусах таких фитоценозов большую роль начинают играть растения несвойственные равнинным лесам – петрофиты и тундранты, что по составу ценофлоры создает отклонение к растительности верхних поясов. Однако, учитывая, что древесные растения даже в разреженном виде играют высокую роль в формировании микроклимата, а также то, что тундроведы обычно проводят границу между тундрой и лесом по распространению редколесий и редин («Основные особенности…», 1987), в случаях, когда лесопроизводная растительность на склонах преобладает, мы предлагаем относить ее к лесному поясу. В качестве компромисса возможно разграничение лесного пояса на 2 подпояса: подпояс лесов и подпояс редколесий и редин.

В среднем высотном поясе (по Григорьеву, цит. соч.) преобладают тундровые сообщества, что в той или иной степени учитывается большинством исследователей при наименовании данной высотной зоны (таблица). Поэтому наименование этого пояса должно быть несколько упрощено: тундровый пояс. Однако эпилитно-лишайниковые сообщества, относимые некоторыми специалистами к тундрам, все же стоит обособить и выделить в отдельный пояс, относящийся к верхнему ярусу гор. Хотя такие сообщества распространены по всему вертикальному профилю, у них явно просматривается определенная высотно-зональная приуроченность.

Выделение пояса холодных гольцовых пустынь (или каменных пустынь) в верхнем ярусе гор до участков оледенения вряд ли правомерно. Растительность эпилитных

лишайников, а нередко и с участием сосудистых растений, не позволяет отнести эту зону к пустыням. По господствующей растительности правильнее наименовать данный пояс поясом эпилитно-лишайниковых сообществ. В области распространения ледников каменные пустыни действительно имеют место, но чтобы избежать номенклатурной путаницы с поясом эпилитных лишайников, вероятно, стоит именовать этот пояс нивальным, как это уже принято в литературе.

Таблица Подходы исследователей Сибири к выделению высотных поясов в Бореальной области Северной Азии

Исследователи, Источник, Регион	Основные типы сообществ и объединение их в высотные пояса				
	Леса и лесопроизводные сообщества (редколесья, редины)	Заросли кустарников	Тундры	Лишайниковые сообщества	Пустынная зона ледников и горных обнажений
Шелудякова В.А., хр. Черского (1938), С-В Якутия (1948)	Лесной пояс или лесостепной	Редколесья или стланиковые заросли	Тундровый пояс (горных лишайниковых тундр)	Гольцовый пояс (гольцово-альпийский пояс)	
Яровой М.И. (1939), Верхоянский хр. (Янский бассейн)	Лесной пояс	Полоса зарослей *Pinus pumila* или редкое (лиственничное) мелколесье по каменистой лишайниковой тундре	Высокогорный пояс: тундры (различные варианты)	Высокогорный пояс: каменистые россыпи и каменистые лишайниковые высокогорные тундры	
Григорьев А.А. (1956), хр-ты Хараулахский, Черского	Нижний высотный пояс	Нижний высотный пояс	Средний высотный пояс	Верхний высотный пояс	
Прахов Н.Н (1957), хр. Орулган	Местообитания на склонах: лиственничные леса	Местообитания на склонах: заросли кедрового стланика	Местообитания альпийской (гольцовой) зоны: высокогорная тундра	Местообитания альпийской (гольцовой) зоны: «острые узкие гребни хребтов и вершины гор»	
Кильдюшевский И.Д. (1960), Вост. Верхоянье	Древесная растительность		«Чистаи» (местное название безлесных горных пространств)		
Шумилова Л.В. (1962), хр. Черского	Пояс лиственничных редколесий	Подгольцовый пояс	Гольцовый пояс: горно-тундровый подпояс	Гольцовый пояс: горно-каменисто-пустынный подпояс	Снег и лед
Малышев Л.И.: 1. (1965), Восточный Саян; 2. (1968),	Лесной (горнотаежный)	1. Подгольцовый 2. Субальпийский (подгольцовый)	1. Гольцовый 2. Альпийский (гольцовый)	1. Гольцовый 2. Альпийский (гольцовый)	Нивальный

Южная Сибирь					
Юрцев Б.А. (1968), хр. Сунтар-Хаята	Горный северо-таежный пояс	Подгольцовый пояс	Гольцово-тундровый	Верхний подпояс гольцово-тундрового пояса	Нивальный пояс
Горчаковский П.Л. (1975), хр. Урал	Горно-лесной пояс	Подгольцовый пояс	Горно-тундровый пояс	Пояс холодных гольцовых пустынь	
Водопьянова Н.С. (Флора Путорана, 1976),пл. Путорана	Лесной пояс	Подгольцовый (субальпийский) пояс	Альпийский пояс	Пояс холодных каменных пустынь	
Андреев В.Н. и др. (Основные особенности…, 1985), Якутия	Горные леса (включая редколесья и редины)	Пояс зарослей кедрового стланика	Тундровый пояс	Пояс каменистых пустынь	
Седельников В.П. (1988), Алтай и Саяны	Лесной пояс	Субальпинотипный	Горно-тундровый пояс	Горно-тундровый пояс: полоса (?) накипно-лишайниковых сообществ	Нивальный пояс
Куваев В.Б. (2006) Верхоянский хр.	Пояс древесной растительности	Подгольцовый пояс	Тундровый пояс	Пояс гольцовых пустынь	
Огуреева Г.Н. (2011), горы Сибири	Подгольцовый пояс	Подгольцовый пояс	Горно-тундровый	Гольцовый пояс	Нивальный пояс
Николин Е.Г. (1991 и др.), Верхоянский хр.	Лесной пояс	Подгольцово-кустарниковый пояс	Тундровый пояс	Пояс эпилитно-лишайниковых сообществ	Нивальный пояс

Примечание. Применены сокращения: Евраз. – евразийская; хр. – хребет; пл. - плато

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Горчаковский П.Л.* Растительный мир высокогорного Урала. М.: Наука, 1975. 280 с.
2. *Григорьев А.А*. Субарктика. Опыт характеристики основных типов географической среды. М.: Гос. изд-во географической литературы, 1956. 222 с.
3. *Кильдюшевский И.Д.* Формирование растительности юго-восточной части Верхоянского хребта в разных условиях среды // Проблемы ботаники. Т.5.: Матер. по изучению флоры и растительности высокогорий. М.-Л., 1960. С. 62-71.
4. *Куваев В.Б.* Флора субарктических гор Евразии и высотное распределение ее видов. М.: КМК, 2006. 568 с.
5. *Лавренко Е.М.* Типы вертикальной поясности растительности в горах СССР // Современные проблемы географии. М.: Наука, 1964. С. 189-195.
6. *Малышев Л.И.* Высокогорная флора Восточного Саяна / Обзор сосудистых растений, особенности состава, флорогенезис. М.-Л.: Наука, 1965. 366 с.
7. *Малышев Л.И.* Определитель высокогорных растений Южной Сибири. Л.: Наука, 1968. 284 с.

8. *Мурзаев Э.М.* Словарь народных географических терминов. М.: Мысль, 1984. 653 с.
9. *Николин Е.Г.* Флора и растительный покров Центрального Верхоянья. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Новосибирск, 1991. 14 с.
10. *Огуреева Г.Н.* Структура высотной поясности растительности гор северо-востока Сибири // География и природные ресурсы. 1998, № 2. С. 5-11.
11. *Огуреева Г.Н.* Географические типы высокогорной растительности Сибири // Всероссийская конф. «Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы» СПб, 2011. С. 387 – 391.
12. Основные особенности растительного покрова Якутской АССР // В.Н. Андреев, Т.Ф. Галактионова, В.И. Перфильева, И.П. Щербаков. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1987. 156 с.
13. *Прахов Н.Н.* Основные элементы растительности Верхоянского хребта // Тр. Ин-та биологии ЯФ СО АН СССР. Вып. 3. Матер. по изучению растительности Якутии. М., 1957. С. 39-67.
14. *Седельников В.П.* Высокогорная растительность Алтае-Саянской горной области. Новосибирск: Наука, 1988. 223 с.
15. *Станюкович К.В.* Растительность высокогорий СССР. Сталинабад: Изд-во АН Таджикской ССР, 1960. 169 с.
16. *Толмачев А.И.* Основные пути формирования растительности высокогорных ландшафтов Северного полушария // Бот. журн. 1948. № 2.
17. Флора Путорана. Материалы к познанию особенностей состава и генезиса горных субарктических флор Сибири / Под ред. Л. И. Малышева. Новосибирск: Наука, 1976. 242 с.
18. *Шелудякова В.А.* Растительность бассейна р. Индигирки // Сов. ботаника. 1938. № 4,5. С. 43 – 79.
19. *Шелудякова В.А.* Растительность северо-востока Якутии // Докл. первой научной сессии Якутской базы АН СССР. Якутск: Госиздат, 1948. С. 164 - 176.
20. *Шумилова Л.В.* Ботаническая география Сибири. Томск, 1962. 439 с.
21. *Юрцев Б.А.* Флора Сунтар-Хаята. Л.: Наука, 1968. 236 с.
22. *Яровой М.И.* Растительность бассейна р. Яны и Верхоянского хребта // Сов. ботаника. 1939. № 1. С. 21 - 40.

SOME APPROACHES TO DIFFERENTIATION OF ALTITUDINAL VEGETATION BELTS IN THE MOUNTAINS OF NORTH-EAST ASIA

© 2012 E.G. Nikolin, E.I. Troeva

Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS

The article represents the literature review concerning approaches of differentiation of altitudinal belts in the mountains of North-East Asia. A new variant is offered to name the belts of mountain vegetation.

Key words*: North-East Asia, altitudinal belts of vegetation: forest, sub-alpine scrub (sub-'goltsy' shrubs), tundra, epilithic lichen communities, nival.*

Nikolin Eugeny, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the Laboratory of Mountainous and Dubarctic Ecosystems. E-mail: enikolin@yandex.ru; *Troeva Elena*, Candidate of Biological Sciences, researcher of the Laboratory of biology of meadow plants. E-mail: etroeva@mail.ru

УДК 004.67:58.087

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ «GRAPHS» — АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ОРДИНАЦИИ, КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА И ТЕОРИИ ГРАФОВ

© 2012 А.Б. Новаковский

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

Описан программный модуль «GRAPHS», который предназначенн для автоматизации обработки научных данных в областях экологии, ботаники и др. В модуле реализованы такие подходы к анализу данных как ординация, кластерный анализ и теория графов.

Ключевые слова: *анализ данных, ординация, кластерный анализ, теория графов*

Одной из сложных задач современной экологии является разработка автоматизированных методов анализа больших объемов накопленного фактического материала. Зачастую, исследователи тратят много сил и времени на рутинные расчеты коэффициентов сходства и корреляции, проведение статистического анализа, построение различных классификационных деревьев или ординационных диаграмм отражающих существующие закономерности и тренды в исследуемых данных. С другой стороны повсеместное внедрение вычислительной техники позволяет существенно ускорить и упростить наиболее трудоемкие этапы анализа, а также использовать разнообразные приемы для визуализации полученных закономерностей. Все это в совокупности должно существенно ускорить анализ данных и облегчить восприятие его результатов.

Существует достаточно много программных продуктов предназначенных для проведения статистических расчетов и визуального представления данных. Начиная с больших, универсальных и дорогих (Statistica, SPSS и др.) и заканчивая относительно небольшими с более узкой специализацией и небольшой ценой, например PC-ORD [1], CANOCO и т.п.

Основными сложностями при использовании специалистами биологами этих систем является трудности в их освоении (большое количество различных окон, функций, нестандартный интерфейс), подготовке данных (программы часто используют специализированные форматы зачастую слабо совместимые друг с другом) и интерпретации результатов.

Разработанный нами программный продукт «GRAPHS» обладает простым и интуитивно понятным интерфейсом. Модуль является надстройкой над Microsoft Excel (рис. 1), что позволяет взаимодействовать с наиболее распространенными форматами данных. Кроме того, Microsoft Excel нашел широкое применение у специалистов экологов при хранении данных и обладает достаточно гибким средством программирования – VBA, позволяющим встраивать элементы, реализующие дополнительные функциональные возможности, связанные с обработкой информации и ее визуальным представлением.

Функциональные компоненты модуля выделены в самостоятельные блоки, для которых используются разные средства разработки в зависимости от реализуемых задач (рис. 2). Так блок получения данных и пользовательского интерфейса создан с использованием технологии VBA для Excel. Аналитический блок предназначен для расчета различных общеупотребительных в экологии коэффициентов сходства; построения на их основе графов; реализации алгоритмов теории графов (и кластерного анализа) создан с использованием C++ и оформлен в виде DLL библиотеки. Блок визуализации, предназначенный для отображения и редактирования построенных графов создан на основе C++ и оформлен в виде ActiveX компоненты. Такое функциональное разделение позволяет легко модифицировать разрабатываемую систему, и

Новаковский Александр Борисович, кандидат биологических наук, научный сотрудник, E-mail: novakovsky@ib.komisc.ru

существенно ускоряет процесс интеграции модуля в любую программную оболочку поддерживающую использование DLL и ActiveX компонент.

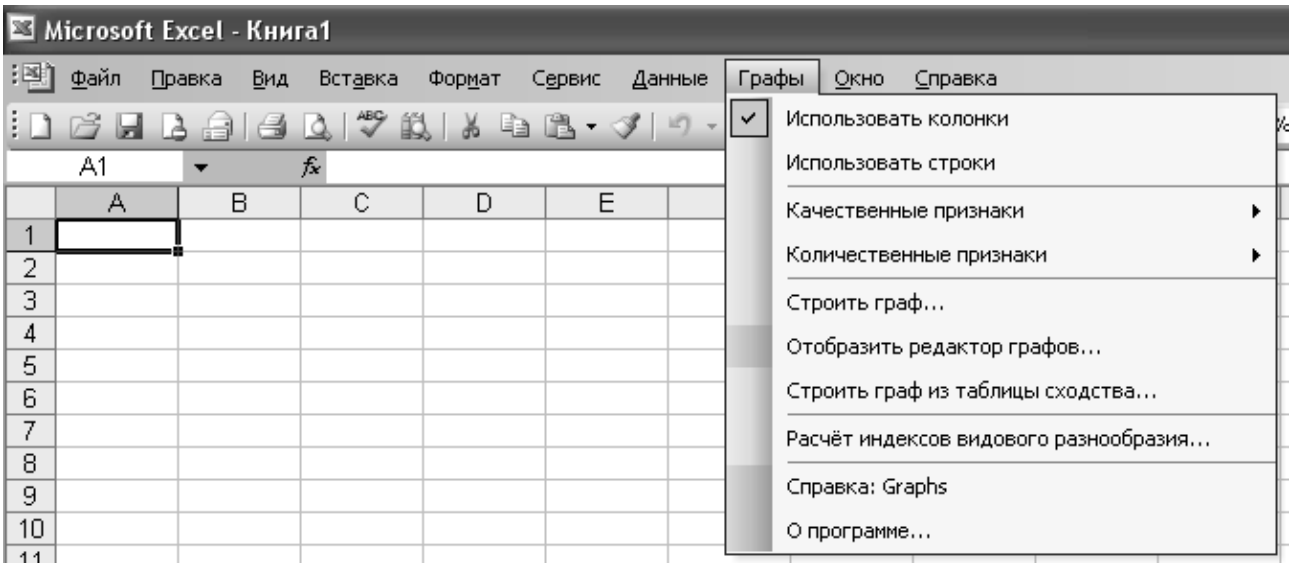


Рис. 1. Дополнительный пункт меню «графы».

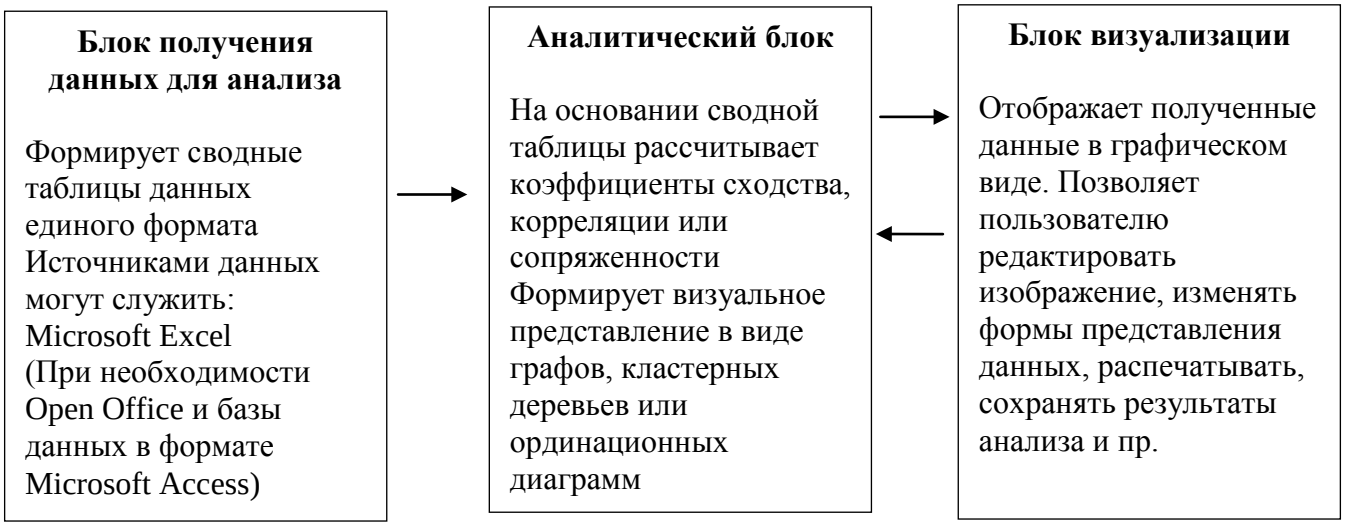


Рис. 2. Структурная схема функциональных взаимосвязей между блоками программно-аналитического модуля. Стрелками показаны направления взаимодействия между блоками

Для отображения и редактирования графов была разработана компонента «редактор графов» (рис. 3), которая включает в себя следующие возможности: отображение и редактирование графов; добавление вершин и ребер, их удаление, изменение параметров элементов (подписей к вершинам, коэффициентов, размеров, цветов, стилей и толщин ребер). Предусмотрено представление графа в виде таблицы сходства, сохранение в графическом формате WMF, печать, работа с буфером обмена, поиск вершин графа имеющих определенное название, запуск различных алгоритмов теории графов. Также, эта компонента используется для отображения ординационных диаграмм и дендрограмм.

На сегодняшний день в программном модуле «GRAPHS» реализованы следующие алгоритмы обработки данных:

- Автоматический расчет наиболее употребительных в современной экологии коэффициентов сходства (Жаккара, Схеренсена-Чекановского, меры включения), корреляции (Пирсона, Кэнделла) и сопряженности (Бравэ, Дайеса) [2, 3].

- Автоматическое определение индексов биоразнообразия (Шеннона, Симпсона, Бергера-Паркера) [3].
- Построение ординационных диаграмм (методами CCA, DCA, NMS) [1, 4, 5, 6].
- Кластерный анализ (метод ближайшего соседа, взвешенных групповых средних, метод Варда) [2, 7].
- Визуализация данных при помощи теории графов и использование различных алгоритмов теории графов для анализа полученных данных [8].

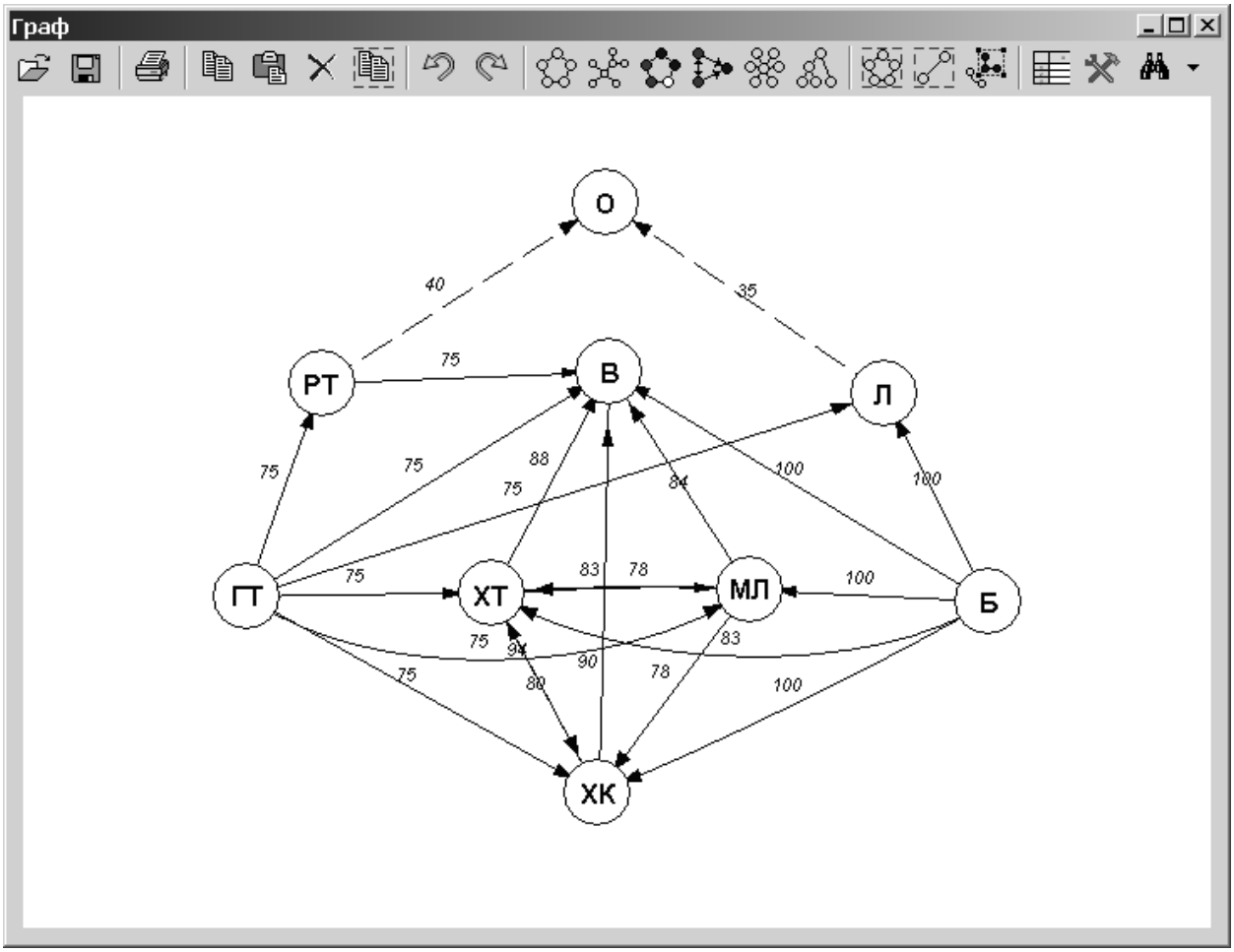


Рис. 3. Внешний вид элемента «Редактор графов».

Разработанный программный модуль «GRAPHS» ускоряет и делает более наглядным процесс анализа данных за счет автоматизации трудоемких расчетов, визуального представления результатов посредством графов, ординационных диаграмм и кластерных деревьев. Он обладает простым и интуитивно понятным интерфейсом. Его интегрированность в Microsoft Excel позволяет использовать стандартные типы данных и не заботится о совместимости, поскольку в этом формате хранится большое количество научных данных.

Комбинированное использование различных способов анализа позволяет более корректно проводить анализ данных и избегать недостатков, свойственных отдельным методам.

За счет универсальности реализованных подходов анализа данных модуль может использоваться в самых разнообразных областях науки: геоботанике, флористике, зоологии, альгологии и многих других

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *R.H.G. Jongman, C.J.F. Ter Braak, O.F.R.* Van Tongeren Data analysis in community and landscape ecology. Wageningen, 1987. 299 p.
2. *L. Legendre, P.* Legendre Numerical ecology. 2nd edition. Amsterdam: Elsevier Science BV, 1998. 854 p.
3. *D. Mueller-Dombois, H. Ellenberg* Aims and Methods of Vegetation Ecology. N.Y.: Blackburn Press, 2003. 580 p.
4. *B. McCune, J.B. Grace, D.L.* Urban Analysis of ecological communities. Oregon, 2002. 285 p.
5. *C.J.F. Ter Braak* Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis // Ecology, 1986. Vol. 67. P. 1167-1179.
6. I.C. Prentice Non-metric ordination methods in ecology // Journal of Ecology, 1977. Vol. 65. P. 85-94.
7. *J.H. Ward* Hierarchical grouping to optimize an objective function // Journal of the American statistical association, 1963. Vol. 58, Vol. 301. P. 236-244.
8. *Bondy J.A., Murty* U.S.R. Graph Theory With Applications. N.Y.: Elsevier Science, 1982. 270 p.

THE PROGRAM MODULE “GRAPHS” – AUTOMATION OF DATA ANALYSIS BY USING ORDINATION, CLUSTERING AND GRAPH THEORY

© 2012 A. Novakovsky

Institute of Biology, Komi Scientific Centre, Ural Branch, Russian Academy of Science Russia, Syktyvkar

In this paper we describe a software module “GRAPHS” for automation of analysis of ecological data using modern mathematical methods such as ordination, cluster analysis and the graph theory.

Keywords: *data analysis; ordination; clustering; graph theory*

Novakovsky Alexander Borisovich, Candidate of Biology, E-mail: novakovsky@ib.komisc.ru

УДК 581.5 (470.621)

К ИЗУЧЕНИЮ И ОХРАНЕ ВОДНЫХ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ РАВНИННОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ

© 2012 О.А. Остапенко

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Адыгейский государственный университет»

В данной статье рассмотрены степень изученности и направления исследований водных и прибрежно-водных растений равнинной части Республики Адыгея

Ключевые слова: *водная и прибрежно-водная растительность, Республика Адыгея, озера и водохранилища*.

Адыгея – республика центральной части Северо-Западного Кавказа, расположенная в бассейнах рек Кубань, Лаба и Белая. На севере и северо-востоке она ограничена рекой Кубань и ее притоком Лаба, на юге – Главным Кавказским хребтом, на юго-востоке и юго-западе граница проходит изломанной линией в бассейнах рек Чехрак, Фарс, Белая, Пшиш, Псекупс, Афипс. Площадь республики составляет 7790 км^2 [1].

Растительный мир Адыгеи чрезвычайно разнообразен и уникален. Это связано с неоднородностью рельефа, климата, почв на ее территории, а также историей формирования. Видовой состав растительности насчитывает около 2000 видов высших растений. В наиболее изученных предгорной и горной зонах республики, где расположена часть Кавказского государственного природного биосферного заповедника им. Х. Шапошникова, произрастает около 1500 видов высших растений. Флора Адыгеи насыщена эндемичными видами, что является одним из показателей ее оригинальности. На Фишт-Оштеновском массиве насчитывается около 120 эндемиков, среди них – *Gentiana oschtenica* (Kusn.) Woron, *Campanula autraniana* Albov, *Cyclamen coum* Mill., *Galanthus woronowii* Losinsk. и др.

На протяжении многих лет в ходе ботанических исследований в Республике Адыгея основное внимание уделялось изучению наземных экосистем. Исследования флоры водоемов проводились, преимущественно, в высокогорной части республики [3]. Данные о фиторазнообразии лентических экосистем равнинной части Адыгеи, несмотря на разветвленную гидрографическую сеть с многочисленными закрытыми водоемами, носят фрагментарный характер.

На территории республики насчитывается более 100 небольших озер и пять водохранилищ: Краснодарское, Шапсугское, Тахтамукайское, Шенджийское, Майкопское. Разнообразие природных условий обусловили различный генезис озерных котловин. Наибольшее распространение в равнинной части получили озера-старицы, пойменные и антропогенные озера, в предгорной и горной частях – тектонические, ледниково-карстовые, суффозионные, карстово-суффозионные озера. Равнинные озера характеризуются большим колебанием уровня воды по сезонам, что приводит к существенному изменению берегов и сокращению площадей, а иногда к их полному высыханию. Эти озера отличаются высоким летним прогреванием воды (27-30°С), небольшими глубинами (0,5-2 м) и различным гидрохимическим составом воды: от пресных до сильно минерализованных. Берега их пологие, заросшие камышом и травянистой растительностью [2].

Из литературных данных мы имеем лишь общие представления о водной и прибрежно-водной растительности республики. Анализируя определители флоры Северо-Западного Кавказа (А.С. Зернов, С.И. Косенко, А.А. Гроссгейм, А.С. Галушко), мы выделили в классе *Magnoliopsida* 14 семейств водных растений: *Parnassiaceae* Martinov, *Callitrichiaceae* Bercht.

Остапенко Олеся Андреевна, аспирантка Адыгейского государственного университета. E-mail: ostapenkolesia@yandex.ru

Et J. Presl, *Trapaceae* Dumort., *Datiscaceae* R. Br. Ex Lindl., *Lytrhraceae* J. St.-Hil., *Saxifragaceae* Jus., *Nymphaeaceae* Salisb., *Ranunculaceae* Adans., *Ceratophyllaceae* S.F. Gray, *Droseraceae* Salisb., *Haloragaceae* R. Br., *Elatinaceae* Dumort., *Lentibulariaceae* Rich., *Hippuridaceae* Vest.; в классе *Liliopsida* – 16 семейств: *Araceae* Adans., *Lemnaceae* S.F. Gray, *Zosteraceae* Dumort., *Hydrocharitaceae* Juss., *Zannikelliaceae* Dumort., *Iridaceae* Juss., *Najadaceae* Juss., *Cyperaceae* Juss., *Pontederiaceae* Kunth, *Potamogetonaceae* Dumort., *Typhaceae* Juss., *Ruppiaceae* Horan. Ex Hutch., *Juncaginaceae* Rich., *Juncaceae* Juss., *Butomaceae* Mirb., *Alismataceae* Vent. В целом, можно отметить, что общее количественное соотношение семейств классов *Magnoliopsida* и *Liliopsida* примерно одинаковое. Более детальная фитоценотическая и видовая структура анализируемых семейств нуждается в уточнении.

Цель наших дальнейших исследований состоит в изучении флоры водных лентических экосистем равнинной части Адыгеи в ботанико-географическом, экологическом, систематическом и природоохранном аспектах.

Озерные водоемы чутко реагируют на все изменения, происходящие в окружающей их среде. Распашка земель, вырубка лесов, нарезание дорог на крутых склонах, неумеренный выпас скота – все это приводит к интенсивному смыву и эрозии почвенного покрова, в конечном итоге, заилению озерных котловин продуктами смыва. Печальный тому пример – преждевременное уничтожение озер в районах Лесистого, Пастбищного, Скалистого хребтов. Озерные водоемы нуждаются в совершенствовании мероприятий по охране их вод от загрязнения. Систематизация имеющихся данных и сбор дополнительной информации о водных и околоводных растениях особенно важны для более полного представления о региональной флоре. Материалы по водно-прибрежной растительности необходимы для ведения соответствующих природоохранных мероприятий и рационального использования растительных ресурсов, что особенно важно в условиях усиления антропогенной нагрузки на водные экосистемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. География Республики Адыгея: пособие для учащихся общеобразовательных учреждений / А.Ш. Бузаров и (др.). 2-е изд. Майкоп: Адыг. респ. кн. изд-во, 2001. 200 с.
2. Адыгея [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://adygeya-republic.info
3. *Акатов В.В*. Видовая емкость и размер видового фонда колонизации высокогорных фитоценозов Западного Кавказа // Бюл. МОИП. Отд. Биол.1997. Т. 102. Вып. 5. С. 72-79.
4. *Зернов А.С.* Флора Северо-Западного Кавказа. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 664 с.
5. *Косенко И.С.* Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья. М.: Издательство Колос, 1970. 612 с.
6. *Гроссгейм А.А*. Определитель растений Кавказа. М.: Сов. Наука, 1949. 747 с.
7. *Галушко А.И*. Флора Северного Кавказа. Ростов н/Д: Изд-во Ростовского ун-та, 1978-1980. Т.1. 1980. 320 с.; Т.2. 1980. 352 с.; Т.3. 1980. 328 с.

TO THE STUDY AND PROTECTION OF WATER AND COASTAL-WATER PHYTOCENOSES PLAINS OF REPUBLIC ADYGEA

© 2012 O.A. Ostapenko

In given article were considered degree of a level of scrutiny and directions of researches of water and rivelside - water plants of a flat part of Republic Adygei.

Keywords: *water and rivelside-water plants, Republic Adygei, lakes and water basins.*

Ostapenko Olesya Andreevna is the post-graduate student of Adygei State University. E-mail: ostapenkolesia@yandex.ru

УДК 581.9(477)

ХАЗМОФИТНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ (КЛАСС *ASPLENIETEA TRICHOMANIS* OBERD. 1977) В УКРАИНЕ

© 2012 Н.А. Пашкевич[1], Я.П. Дидух[2]

[1] Научный центр экомониторинга и биоразнообразия мегаполиса НАН Украины
[2] Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины

В данной статье представлен продромус класса *Asplenietea trichomanis,* проведен анализ хазмофитной растительности на территории Украины.

Ключевые слова: *обнажения пород, хазмофитная растительность, растительные группировки.*

На первый взгляд, природная хазмофитная растительность хорошо сохранилась на территории Украины, по сравнению с другими типами растительности, которые подвергаются значительному непосредственному антропогенному прессингу. К сожалению, изменения гидрологического режима, режима освещения и других едафичних и климатических показателей, вызванные косвенным антропопрессингом, приводит к уничтожению мохово-лишайникового покрова и исчезновению специфических хазмофитных видов в сообществах. Современное состояние хазмофитной растительности класса наилучше освещено Малиновским К.А. в Карпатах [6], Корженевским В.В., Рыфф Л.Е. – В Крыму [4, 5, 7], Дидухом Я.П., Контар И.С. в Лесной зоне и лесостепи Украины [2, 3]. Ряд работ посвящен особенностям хазмофитных сообществ с преобладанием эндемичных видов *Schivereckia podolica* (Besser) Andrz. ex DC. [1], *Moehringia hypanica* Grynj & Klok. [9] и др. [8, 10]

Класс объединяет сообщества хазмофитов, которые формируются на скальных плотных каменистых обнажениях вулканических или осадочных пород [8, 11-15]. Это ценозы с малочисленным видовым составом и низкой ассоциированностью, где характерными элементами являются папоротники, как правило, один или несколько видов рода *Asplenium* L. Широкую экологическую амплитуду имеет *A. trichomanes* L., который характеризует класс. Другие виды имеют узкую амплитуду и являются хорошими индикаторами: *A. ruta-muraria* L. - сухих карбонатных отложений; *A. viride* Huds. - горных влажных экотопов Карпат; *A. septentrionale* (L.) Hoffm. - кислых отложений гранитов, гнейсов, пегматитов вулканического происхождения.

Широкой эдафической амплитудой характеризуются *Cystopteris fragilis* та *Polypodium vulgare*. Как примесь в этих группировках встречаются суккуленты семейства Crasulaceae (*Sedum* чи *Sempervivum*), которые также характерны для класса *Sedo-Scleranthatea*. Также, в составе растительных группировок разных регионов встречаются хазмофиты, в том числе и эндемичные (*Aurinia saxatilis, Schivereckia podolica, Saxifraga irrigua, S. leteoviridis, S. paniculata, Seseli gummiferum* т.д.).

Растения растут разреженно в трещинах скал. Крутизна склонов 60-90^0, экспозиция, освещение, увлажнение разное, что существенно влияет на видовой состав. Покрытие травостоя редко достигает 10% и зависит от степени растрескивания скал, накопления почвы. В зависимости от кислых или щелочных пород экотопов класс делится на 3 порядка. По условиям освещения, увлажнения и зональных особенностей выделяются союзы. Ассоциации отражают региональные экологические условия произрастания. Одни из них достаточно широкие (*Cystopteridetum fragilis, Asplenietum ruta-murariae-trichomanis*), другие – эндемичные (*Saxifrago irriguae-Arabidetum caucasicae, Arabidetum caucasicae, Saxifragetum leteo-viridis, Drabo cuspidatae-Potentilletum geoides* т.д.).

Пашкевич Наталья Анатольевна, кандидат биологических наук, заведующий отдела динамики популяций в мегаполисе. E-mail: pashkew@mail.ru; *Дидух Яков Петрович*, член-кор. НАН Украины, д.б.н., профессор, заведующий отдела геоботаники и экологии. E-mail: ecologia@bigmir.net

Cl. Asplenietea trichomanis Oberd. 1977
Ord. *Potentilletalia caulescentis* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926
All. *Cystopteridion* Richard 1972
Ass. *Cystopteridetum fragilis* Oberd. 1938
Saxifragetum luteo-viridis (Pawl. 1937) Pawl. et Walas 1949
Drabo cuspidatae-Campanulion tauricae Ryff 2000
Saxifrago irriguae-Arabidetum caucasicae Ryff 2000
Drabo cuspidatae-Potentilletum geoides Ryff 2000
Asplenietalia ruta-murariae Oberd. et al., 1967
Asplenion ruta-murariae Gams. 1936
Asplenietum ruta-murariae-trichomanis Kuhn 1993
Asplenio-Parietum serbicae Korzh. et Klukin 1990
Asplenio-Micromerietum serpyllifoliae Korzh. et Klukin 1989
Asplenio-Scrophularietum rupestris Korzh. et Klukin 1990
Asplenio-Schiverekietum Mititelu et al. 1971
Androsacetalia vandelii Br.-Bl. in Meier et Br.-Bl. 1934 corr. Br.-Bl. 1948
Asplenion septentrionalis Oberd. 1938
Asplenio-Cystopteridetum fragilis Oberd. (1936) 1949
Arabidopsido thalianae-Polypodietum Didukh, Kontar, 1998
Asplenio trichomani-Poetum nemoralis Soó 1944 ex Gergely et al. 1966
Asplenietum septentrionalis Schwickerath 1944
Moehringietum hypanicae Solomakha, Drabynyuk, Vinichenko, Moysiyenko, Derkach 2006
Hypno-Polypodion vulgaris Mucina 1993
Hypno-Polypodietum Jurco et Peciar 1963

Порядок *Potentilletalia caulescentis* объединяет наскальные группировки, формирующиеся при отсутствии почвы на карбонатном субстрате и является наиболее мезофитным в составе класса на территории Украины. Растительность представлена несколькими видами, которые поселяются в трещинах скал карбонатных пород Украинских Карпат, Горного Крыма, на Подолье. Основные доминантные виды порядка *Cystopteris fragilis*, *Poa nemoralis*, а для Карпат также - *Cystopteris sudetica*, *Draba aizoides*, *Saxifraga paniculata*. Союз *Cystopteridion* включает сообщества затененных мест, которые развиваются на влажных карбонатных породах. В Украине распространены от субмонтанного до субальпийского пояса. В составе группировок доминируют *Asplenium viride* и *Cystopteris fragilis*.

Ассоциация *Cystopteridetum fragilis* характерна для карбонатных влажных почв на затененных известняковых скалах северной экспозиции, в обрывах, вблизи водопадов и влажных стен с протекающей водой до высоты 1850 м н.у.м. Распространены в Карпатах (Мармороский Альпы, Чивчины-Гринявские горы, Свидовец), на Подолье (Кременецкие горы, Медоборы), Расточье и в Крыму. В флористическом составе группировок преимущественно папоротники - *Cystopteris fragilis*, *Asplenium viride*, *Moehringa muscosa*, *Phyllitis scolopendrium*.

Ассоциация *Saxifragetum luteo-viridis* распространена по обнажениям ненарушенных карбонатных пород, теплых скалистых склонах лесного и субальпийского поясов Чивчинськиих гор (Карпаты) на высоте 1380-1550 м н.у.м. Группировка немногочисленна по видовому составу, с преобладанием *Saxifraga luteoviridis*, *Campanula carpatica*, *Elizanthe zawadskii*, *Trisetum alpestre*. Обе ассоциации союза охраняется Директивой 92/43/EEC в составе биотопа «Хазмофитна растительность на карбонатных обнажениях» (8210 * Calcareous rocky slopes with chasmophytic vegetation).

Союз *Drabo cuspidatae-Campanulion tauricae* включает мезофитные группировки каменистых обнажений горных горных пород в среднем и верхнем высотных поясах Главной

гряды Крымских гор на высоте от 350 до 1400 м н.у.м. В составе группировок доминируют *Allium saxatile, Campanula taurica, Draba cuspidata, Galium album.*

Ассоциация *Saxifrago irriguae-Arabidetum caucasicae* представляет сообщества трещин и выступов влажных скал затененных древесным ярусом, с доминированием *Arabis caucasica, Geranium robertianum, Poa sterilis, Saxifraga irrigua,* и сложенные вехньовюрмськими известняками, в среднем и верхнем высотных поясах (от 400 до 1200 м н.у.м.) Главной гряды Крымских гор. Она охраняются Директивой 92/43/ЕЕС в составе биотопа «Известняковые обнажения почв» (8240 * Limestone pavements).

Еще одна ассоциация характерная для обнажений карбонатных пород *Drabo cuspidatae-Potentilletum geoides* выделена для верхнего высотного пояса Главной гряды Крымских гор. Она занимает более сухие чем предыдущая ассоциация участки открытых каменистых выступов карбонатных пород. Флористический состав небогат, преобладают ксерофиты *Alyssum obtusifolium, Draba cuspidata, Elytrigia strigosa, Genista albida, Hieracium echioides, Potentilla geoides.*

Разреженные наскальные ценозы, сформированные ореофитными видами, что поселяются в экстремальных условиях сухих освещенных карбонатных отложений (известняков) объеденены в порядок *Asplenietalia ruta-murariae* и одноименный союз с доминированием *Asplenium ruta-muraria*. В Украине растительные группировки этого синтаксона встречаются в Карпатах, на Подолье, на Правобережье степной зоны и в Крыму.

Асоциация *Asplenietum ruta-murariae-trichomanis* образована маловидовыми растительными группировками с преобладанием *Asplenium ruta-muraria* и *Asplenium trichomanes*. Это разреженные сообщества сухих карбонатных отложений горных и равнинных территорий Карпат, Западного Подолья и Горного Крыма. Ассоциация входит в состав биотопа 8210 * Calcareous rocky slopes with chasmophytic vegetation, и охраняется Директивой 92/43/ЕЕС.

На обнажениях карбонатов Горного Крыма, и на известняковых обнажениях нижней части берегов Днепра (на территории Херсонской области) встречаются сообщества ассоциации *Asplenio-Parietum serbicae*. Растительные группировки состоят из 5-7 видов и формируются на затененных скалами обнажениях решетчатого типа при отсутствии атмосферных осадков, в специфических микроклиматических условиях. Диагностическим видом является *Parietaria serbica*.

На известняковых скалах и в гротах в Горном Крыму формируются две ассоциации: *Asplenio-Micromerietum serpyllifoliae* с доминированием во флористическом составе *Micromeria serpyllifolia, Geranium robertianum, Reseda lutea,* а также *Asplenio-Scrophularietum rupestris*, где преобладают такие виды как *Satureja taurica, Scrophularia rupestris, Galium album*, и отличаются составом известняковых пород.

На каменистых известняковых обнажениях и осыпях, меловых склонах формируются сообщества ассоциации *Asplenio-Schiverekietum*. Они изредка встречаются на Подолье и в Западной Лесостепи (Товтры, Приднестровья), в степной зоне (Харьковская, Донецкая, Луганская и Одесская области). Ценозообразователем является реликтовый эндемичный вид, занесенный в Красную книгу Украины (I категория) *Schiverekia podolica*. Для этого вида условия местообитаний ассоциации являются экологическим оптимумом. Ассоциация в составе биотопа 8210 * Calcareous rocky slopes with chasmophytic vegetation охраняется Директивой 92/43/ЕЕС и входит в список редких биотопов Natura 2000.

Растительность кристаллических силикатных субстратов разной степени сухости и освещенности объединяют в порядок *Androsacetalia vandelii*. Сообщества характеризуются комплексом диагностических видов: *Cystopteris fragilis, Geranium robertianum, Polypodium vulgare, Sedum ruprechtii, Poa nemoralis, Rumex acetosella, Hypnum cupressiforme, Polytrichum piliferum*. Порядок объединяет два союза, которые формируются в различных условиях увлажнения и освещенности.

Союз *Asplenion septentrionalis* объединяет наскальные теплолюбивые группировки хорошо освещенных силикатных пород выходов Украинского кристаллического щита и

древних вулканов. Азональные распространены в Центральном Полесье, Лесостепи, Степи, Карпатах и Горном Крыму, что связано с выходами кристаллических пород. Среди диагностических видов союза доминируют папоротники: *Asplenium septentrionale, Cystopteris fragilis, Geranium robertianum, Campanula rotundifolia, Polypodium vulgare, Allium oleraceum, Poa nemoralis, Dryopteris filix-mas*. Большинство группировок синтаксонов охраняются (8220 Siliceous rocky slopes with chasmophytic vegetation).

По обнажениях Украинского кристаллического щита по берегам рек Южный Буг, Тетерев, Случь формируются растительная группировка ассоциации *Asplenio-Cystopteridetum fragilis*. Эти сообщества характеризуются влажным для союза условиями, растут в глубоких трещинах, под козырьками, в нижней части стенок, на полочках в лесу, возле источников. Комплекс диагностических видов составлен мезофитными папоротниками: *Asplenium trichamanes, Cystopteris fragilis, Hypnum cupressiforme*. Ассоциация в составе биотопа 8210 * Calcareous rocky slopes with chasmophytic vegetation так же охраняется Директивой 92/43/EEC.

Особенностью структуры ценоза ассоциации *Arabidopsido thalianae-Polypodietum* является хорошо развитый мохово-лишайниковый покров. Сообщества сосредоточены вдоль трещин и на открытых освещенных полочках (0,2 - 0,5 м) по обнажения Украинского кристаллического щита в лесостепной зоне (берег Южного Буга). Виды *Asplenium trichomanes, Arabidopsis thaliana, Poa compressa, Berteroa incana, Galium mollugo* являются диагностическими для ассоциации.

Ассоциация *Asplenio trichomani-Poetum nemoralis* формируется в трещинах и на скальных выступах силикатных кристаллических пород, в условиях затененности, под пологом деревьев. Ареал распространения ассоциации в Украине проходит по обнажениях Украинского кристаллического щита в лесной, лесостепной зонах и Карпатах. Сообщества маловидовые, до 8-9 видов в составе ценоза, с диагностическими видами: *Poa nemoralis, Iris hungarica, Vincetoxicum hirundinaria*.

Сообщества *Asplenietum septentrionalis* с диагностическим видом *Asplenium septentrionale* развиваются на стенках, в трещинах силикатных кристаллических пород с незначительным накоплением почвы, в наиболее ксерофитных, хорошо освещенных условиях для союза. Распространяются по обнажениям Украинского кристаллического щита.

Ассоциация *Moehringietum hypanicae* автором ошибочно отнесена к союзу *Asplenion ruta-murariae* порядке *Asplenietalia ruta-murariae*, но по комплексу диагностических видов и эколого-ценотических характеристик следует рассматривать в союзе *Asplenion septentrionalis*, так как группировка формируется на выходах кислых пород Украинского кристаллического щита. Диагностические виды ассоциации: *Moehringia hypanica, Rumex acetosella, Aurinia saxatilis*. Сообщества формируются на затененных карнизах и в щелях гранитных скал Правобережной Степи Николаевской области. *Moehringia hypanica* является эндемичным видом, занесенным в Красную книгу Украины (I категория).

Для этого порядка приводим также союз *Hypno-Polypodion vulgaris*, с одной ассоциацией *Hypno-Polypodietum*. Сообщества союза *Hypno-Polypodion vulgaris* развиваются на затененных и хорошо увлажненных скалах кислых пород, реже открытых склонах северной экспозиции с хорошим увлажнением. Характеризуется двухярусной структурой ценоза, которую формируют мхи и папоротники: *Polypodium vulgare, Cystopteris fragilis, Dryopteris filix-mas, Geranium robertianum, Moehryngia trinervia, Hypnum cupressiforme.*

В рамках союза выделена одна ассоциация *Hypno-Polypodietum* с диагностическими видами ореофитами *Cystopteris fragilis, Polypodium vulgare, Dryopteris filix-mas,Campanula bononiensis, Galeobdolon luteum.* Эта растительная группировка развивается на широких полках и валунах, в условиях значительной затененности и высокой влажности. Относительно высокая влажность обеспечивается за счет развитого мохового покрова в условиях значительной сомкнутости крон деревьев. Распространена в Карпатах, по обнажениях Украинского кристаллического щита (Винницкая, Ровенская обл.).

Таким образом, проведенный анализ показал высокое синтаксономическое разнообразие хазмофитной растительности на территории Украины, что объясняется географическим положением и климатическими условиями. Благодаря приуроченности к специфическим экологическим условиям, отражающим своеобразный тип, характер и структуру наскальных ценозов, узкому экологическому оптимуму, сообщества исследованной растительности встречаются редко, имеют дизъюнктивное распространения, а значительная их часть подлежит охране на разных уровнях. Значительное количество синтаксонов имеет синсозологичний статус, охраняется Директивой 92/43/ЕЕС входит в перечень биотопов Natura 2000.

Растительность класса Asplenietea trichomanes характерна для горной местности, к выходам пород, однако, уникальным явлением является распространение исследованных сообществ в условиях равнины, хотя ни одно из них не занесено в "Зеленую книгу Украины" (2009), так как по доминантной классификации описание растительности обнажений кристаллических пород на уровне ассоциаций не проводились. Все это придает ей особое значение и обуславливает необходимость дальнейших экологических, ценотических, хорологических и таксономических исследований с целью сохранения и прогнозирования возможных изменений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бондаренко О.Ю.* Конспект флори пониззя межиріччя Дністер. Тилігул. К.: Фітосоціоцентр, 2009. 332 с.
2. *Дідух Я.П., Контар І.С.* Синтаксономія рослинності відслонень кристалічних порід Лісової Зони України. І. Класи *Asplenietea trichomanis* та *Sedo-Scleranthetea* // Укр. фітоцен. зб. Київ, 1998. Сер. А, вип. 2 (11). С. 62-90.
3. *Контар І.С.* Екологічна диференціація рослинності відслонень кристалічних порід Полісся та Лісостепу України// Укр. фітоцен. зб. Київ, 1999. Сер. С., вип. 1 (15). С. 54-62.
4. *Корженевский В.В., Багрикова Н.А., Рыфф Л.Э., Левон А.Ф.* Продромус растительности Крыма (20 лет на платформе флористической классификации) // Бюл. ГБС РАН. 2003. Вып. 186. С. 32-63.
5. *Корженевский В.В., Багрикова Н.А., Рыфф Л.Э., Левон А.Ф.* Продромус растительности Крыма (20 лет на платформе флористической классификации) // Бюл. ГБС РАН. 2003. Вып. 186. С. 32-63.
6. *Малиновський К.А., Крічвалушій В.В.* Високогірна рослинність (Відп. ред. Малиновський К.А., Дідух Я.П.) // Рослинність України (Гол. ред. Соломаха В.А.). Київ: Фітосоціоцентр, 2000. Том 1. 230 с.
7. *Рифф Л. Е.* Флора і рослинність кам'янистих відслонень Гірського Криму: дис... канд. біол. наук: 03.00.05 / УААН; Нікітський ботанічний сад - Національний науковий центр. Ялта, 2004.
8. *Соломаха В.А.* Синтаксономія рослинності України. Третє наближення. Київ: Фітосоціоцентр, 2008. 296 с.
9. *Соломаха В.А., Драбинюк Г.В., Вініченко Т.С., Мойсієнко І.І., Деркач О.М.* Адаптивні особливості південнобузьких ендемів *Dianthus hypanicus* Andrz. та *Moehringia hypanica* Grynj et Klok. // Укр. фітоцен. зб. Київ, 2006. Сер. С, вип. 24. С. 70-87.
10. *Чорней І.І., Буджак В.В., Якушенко Д.М.,* Коржик В.П., Соломаха В.А., Токарюк А.І., Соломаха Т.Д. Національний природний парк «Вижницький». Рослинний світ. Природно-заповідні території України. Рослинний світ. Вип. 4. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 248 с.
11. *Boşcaiu N.* Flora şi vegetaţia munţilor Ţarcu, Godeanu şi Cernei. Editura Academiei Române. Bucureşti, 1971. 494 pp.
12. *Matuszkiewicz W.* Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Warszawa: PWN, 1981. 198 s.

13. *Oberdorfer E.* (ed.) Suddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I: Fels- und Mauergesellschaften, alpine Fluren, Wasser-, Verlandungs- und Moorgesellschaften. Ed.2. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/New York, 1977.

14. *Sanda V.*, *Popescu A.*, *Barabas N*. Cenotaxonomia si caracterizarea gruparilor vegetale din Romania // St. Comunic. Biol. Veg. 14, Complexul Muzeal de StiinNele Naturii, Ed. I. Borcea, Bacau. 1998.

15. *Schwickerath M*. Das Hohe Venn und seine Randgebiete. // Pflanzensoziologie. 1944. 6. S. 1–278.

CHASMOPHITIC VEGETATION (class *ASPLENIETEA TRICHOMANIS* OBERD. 1977) IN UKRAINE

© 2012 N.A. Pashkevich [1], Ya.P. Didukh [2]

[1]Megapolis ecological biodiversity research centre NAS Ukraine
[2]M.G. Kholodny Institute of Botany NAS Ukraine

This article presents a prodromus of class *Asplenietea trichomanis*, treads the analysis of chasmophitic vegetation on the territory of Ukraine.

Key words: *outcrops, chasmophitic vegetation, plant communities*.

Nataliia Pashkevich, Candidate of the biological sciences, Head of population dynamics in the city Department. E-mail: pashkew@mail.ru; *Yakiv Didukh*, Prof., Dr. Biol. Sci., Corresponding Member of NAS Ukraine, Head of geobotany and ecology Department. E-mail: ecologia@bigmir.net.

УДК 581.55 (477.75)

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НЕБОЛЬШИХ ГОРНЫХ СТРАН (НА ПРИМЕРЕ ГОРНОГО КРЫМА)

© 2012 Л.Э. Рыфф

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр НАН Украины, г. Ялта

В данной статье на примере Горного Крыма обсуждаются некоторые проблемы, возникающие при классификации растительности небольших изолированных горных массивов с помощью метода Браун-Бланке.

Ключевые слова: *растительность, классификация, метод Браун-Бланке, горные регионы, Горный Крым*.

Классификация растительности – одно из главных направлений геоботаники, служащее основой изучения растительного покрова и в теоретическом, и в прикладном аспекте. Растительность вообще является непростым для классификации объектом. Классификация фитоценозов гор сложна вдвойне. В связи с более высокой мозаичностью и дискретностью фитоценозов наиболее подходящим для систематизации растительного покрова горных регионов является эколого-флористический метод. Однако и при его использовании возникает ряд проблем. Классификация растительности небольших горных массивов характеризуется некоторыми дополнительными особенностями, выявление которых является задачей данного сообщения.

Небольшие изолированные горные страны наиболее характерны для островов, но встречаются и на материках – как в приморских, так и в континентальных районах. К их числу относится и Горный Крым, который занимает площадь около 6000 км^2 в южной части Крымского полуострова и представляет собой одно из звеньев альпийской геосинклинальной складчатой области. Крымские горы невысоки, состоят из трех параллельных гряд, протянувшихся на 180 км с юго-запада на северо-восток: Главной (высшая точка 1545 м н.у.м.), Внутренней (739 м) и Внешней (344 м). Максимальная ширина массива – 45-50 км. С юго-востока и запада Горный Крым омывается Черным морем, на севере граничит с физико-географической областью Равнинного Крыма. В сложении Крымских гор главную роль играют горные породы мезозойского и, в меньшей степени, кайнозойского возраста. Это глинистые сланцы, песчаники, известняки, конгломераты, мергели и глины. Фрагментарно встречаются выходы эффузивных и интрузивных магматических пород, пирокластов и роговиков. Климат Горного Крыма в целом характеризуется как засушливый, умеренно-жаркий, умеренно-континентальный.

Как известно, горные регионы отличаются более богатой и разнообразной флорой. Это связано и с многообразием экотопов, и с высокой активностью процессов видообразования, особенно в верхних поясах гор и в экстремальных местообитаниях. Также горы служат рефугиумами для форм, сохранившихся от прежних эпох. Поэтому здесь концентрируются как неоэндемики, так и реликтовые эндемики. Многие из них, будучи стенотопами, служат идеальными характерными видами при выделении синтаксонов эколого-флористической классификации растительности. В то же время эндемичность синтаксонов нередко создает существенные трудности при попытках встроить вновь описанные единицы в существующую классификационную схему. На уровне ассоциаций и союзов в таких случаях оправдано выделение викариантных синтаксонов, диагностика которых основана на географически замещающих друг друга видах или подвидах. Подобное решение проблемы вполне приемлемо как для больших, так и для малых территорий.

Ярким примером такого подхода к классификации служит синтаксономия растительности известняковых скал среднего и верхнего высотных поясов гор Центральной

Рыфф Любовь Эдуардовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории флоры и растительности. E-mail: ryffljub@ukr.net

Европы и Средиземноморья. Диагностика многочисленных региональных союзов, ассоциаций и субассоциаций базируется на викарных видах родов *Saxifraga, Campanula, Draba, Potentilla, Hieracium*. В Горном Крыму для характеристики этих сообществ предложен эндемичный союз *Drabo cuspidatae-Campanulion tauricae* Ryff 2000 с двумя ассоциациями *Saxifrago irriguae-Arabidetum caucasicae* Ryff 2000 и *Drabo cuspidatae-Potentilletum geoidis* Ryff 2000. Среди диагностических видов синтаксонов главную роль играют крымские эндемики *Saxifraga irrigua* M.Bieb., *Potentilla geoides* M.Bieb., *Genista albida* Willd., *Elytrigia strigosa* (M.Bieb.) Nevski, а также некоторые крымско-кавказские и крымско-малоазиатские виды (*Campanula taurica* Juz., *Draba cuspidata* M.Bieb., *Alyssum obtusifolium* Steven ex DC.) [9].

Гораздо сложнее обстоит дело с высшими единицами классификации – порядками и классами. При их диагностике на первый план, согласно установкам метода Браун-Бланке, выходит экологическая характеристика местообитаний. Однако объективно определить степень сходства экотопов разных территорий не всегда представляется возможным, поэтому флористический критерий также играет важную роль. В отдельных случаях, когда аналогичность экотопов не вызывает сомнений, а характерные виды представляют собой родственные, викарные таксоны, выделяют викариантные порядки, как и в случае с союзами и ассоциациями. Примером такого подхода служат порядки уже обсуждавшейся скальной растительности: *Potentilletalia caulescentis* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926 в Западном Средиземноморье и Центральной Европе и *Potentilletalia speciosae* Quezel 1964 на Балканах [13]. В случае существенного флористического различия с сообществами, описанными в «*locus classicus*» того или иного высшего синтаксона, возможно два варианта: либо выделение региональных порядков и классов, либо дополнение, а иногда и замещение блока диагностических видов существующих единиц местными видами. Для обширных регионов, в том числе для крупных горных стран, применяются оба подхода. Для небольших горных массивов, на наш взгляд, более приемлем второй вариант, так как выделение классов и порядков, распространенных на весьма ограниченной территории и включающих незначительное число подчиненных единиц, только загромождает глобальную классификационную схему и затрудняет сравнение растительного покрова разных регионов.

Исходя из этих соображений, мы, в частности, посчитали возможным включить сообщества прияйлинских известняковых осыпей Крыма (*Sobolewskio sibiricae-Heracleetum ligusticifolii* Ryff 2007; *Rumici scutati-Heracleion stevenii* Ryff 2007) в состав порядка *Thlaspietalia rotundifolii* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926 и класса *Thlaspietea rotundifolii* Br.-Bl. 1948, несмотря на присутствие в диагностическом блоке только одного характерного вида этих единиц (*Rumex scutatus* L.) и высокий уровень флористического эндемизма крымских синтаксонов [11]. В соседних, более крупных, горных регионах в аналогичной ситуации принято другое решение. Так, на Кавказе предложено либо выделить эндемичный кавказский порядок *Chaerophylletalia humilis* Onipchencko 2002 и кардинально изменить комбинацию диагностических видов класса *Thlaspietea rotundifolii*, включив в неё целую группу региональных характерных видов [5, 6, 16], либо объединить фитоценозы осыпей в альтернативный региональный класс *Veronico telephiifoliae-Cerastietea multiflori* prov. [1]. В Турции фитоценологи нашли компромиссный выход, включив растительность силикатных осыпей в традиционный класс *Thlaspietea rotundifolii*, а богатые эндемиками фитоценозы известняковых осыпей – в эндемичный для Малой Азии класс *Heldreichietea* Quézel ex Parolly 1995 [17]. В то же время нельзя не отметить, что известняковые осыпи Крыма, Кавказа и Малой Азии экологически сходны, а характерными видами их растительного покрова являются одни и те же или близкородственные викарные таксоны (*Iberis taurica* DC., *Arabis alpina* ssp. *brevifolia* (DC.) Greuter, *A. caucasica* Schlecht. ex Willd., *Lamium glaberrimum* (K.Koch) Taliev, *L. cymbalariifolium* Boiss., *L. eriocephalum* Benth., *L. microphyllum* Boiss., *L. tomentosum* Willd., *Scrophularia goldeana* Juz., *S. depauperata* Boiss., *S. variegata* M. Bieb. и др.) [5, 6, 11, 14] . При «суверенном» же подходе к классификации эти викариантные сообщества оказываются в составе не только разных порядков, но и разных классов. Во

избежание подобной ситуации, имевшей место и в синтаксономии растительности осыпей Греции и юга Италии, было решено свести ранее описанный там региональный класс *Drypidetea spinosae* Quézel 1964 в синонимы общеевропейского *Thlaspietea rotundifolii* [13, 18].

Значительным количеством эндемичных высших синтаксонов отличаются гористые острова Средиземноморья. Это, прежде всего, классы характерной для них травянисто-фриганоидной растительности *Saginetea piliferae* Gamisans 1977, *Carici-Genistetea lobelii* Klein 1972, *Rumici-Astragaletea siculi* E. Pignatti et al. 1980 [15]. Проблема классификации растительности фриганоидов крымско-новороссийского региона, в связи с их насыщенностью эндемичными видами, также была решена путем описания нового класса растительности *Onosmato polyphyllae-Ptilostemonetea echinocephali* Korzhenevsky 1990 [7]. Однако вопрос о целесообразности дробления глобальной синтаксономической схемы на множество единиц высших рангов, имеющих региональное распространение, по-прежнему остается весьма дискуссионным.

Таким образом, в схемах классификации естественной растительности горных стран высока доля эндемичных синтаксонов, на уровне низших единиц составляющих почти 100%, но широко представленных и среди высших единиц вплоть до классов. При этом имеют значение не столько размеры горного массива, сколько степень своеобразия его ландшафтов и растительного покрова.

Другая особенность классификационных схем растительности небольших горных массивов состоит в отсутствии либо слабой фитоценотической представленности целого ряда высших синтаксонов, широко распространенных в крупных горных системах. Сокращенность высотного профиля приводит к выпадению некоторых, преимущественно верхних, высотных поясов. Так, в Горном Крыму отсутствуют сообщества таких характерных для гор Европы, Кавказа и Малой Азии классов альпийской и субальпийской растительности, как *Salicetea herbaceae* Br.-Bl. 1948, *Juncetea trifidi* Hadač 1946, *Elyno-Seslerietea* Br.-Bl. 1948, *Loiseleurio-Vaccinietea* Eggler ex Schubert 1960, *Mulgedio-Aconitetea* Hadač et Klika in Klika 1948 [5, 15-17]. Практически не представлены бореальные хвойные леса класса *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939. Не выражены и ксерофитные фитоценозы классов средиземноморского и переднеазиатского распространения *Festuco hystricis-Ononidetea striatae* Rivas-Martínez et al. 1991, *Daphno-Festucetea* Quézel 1964, *Astragalo-Brometea* Quézel 1973, что объясняется, видимо, климатическими условиями региона. Для отдельных типов растительности, в первую очередь, пионерных, существенную роль играет литологический фактор. Так, например, в гляреофитной растительности Горного Крыма не представлены сообщества порядков *Galeopsietalia* Oberdorfer et Seibert in Oberdorfer et al.1977 и *Androsacetalia alpinae* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926, свойственные других горам Европы и Малой Азии [17, 18], что объясняется практически полным отсутствием на полуострове горных пород кислого состава, к выходам которых приурочены эти синтаксоны.

Вместе с тем, для платообразных вершин Главной гряды Крымских гор характерен особый пояс растительности, не имеющий аналогов в соседних горных регионах. Я.П. Дидух [3] определяет его как пояс горных луговых степей, лугов и томилляров. В синтаксономическом отношении эти сообщества представляют собой горные варианты классов *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et R. Tx. in Br.-Bl. 1949, *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937 и др. Они плохо встраиваются в разработанную преимущественно для равнинных районов систему этих классов, что объясняется как наличием во флористическом составе специфических видов-ореофитов, так и несвойственным другим регионам сочетанием диагностических видов. Поэтому отнесение описанных в Горном Крыму синтаксонов низших рангов к союзам и порядкам, характерным для равнинных территорий, как правило, является условным. Например, крымские горные степи (союзы *Carici humilis-Androsacion* Didukh 1983, *Adonidi-Stipion tirsae* Didukh 1983, *Veronici multifidae-Stipion ponticae* Didukh 1983) первоначально были включены в распространенный в степях умеренно-

континентальной зоны Евразии порядок *Festucetalia valesiacae* Br.-Bl. et Tx. 1943 [2]. Впоследствии, на основании существенных флористических и экологических отличий крымских синтаксонов от типичных единиц этого порядка, они были отнесены к новому порядку *Bromopsietalia cappadocicae* Saitov et Mirkin 1991 [12]. Однако его ареал и степень дифференцированности от кальцефильных степных сообществ Северного Причерноморья и Балканского полуострова до сих пор не совсем ясны. Аналогичные проблемы возникают и при определении синтаксономической позиции крымских горных лугов [4].

Ещё один аспект, определяющий особенности синтаксономии растительности горных регионов – высокая гетерогенность ландшафтов, обусловленная пестротой литологической основы. Это находит отражение в существенной мозаичности растительного покрова и, соответственно, в сложности синтаксономических схем, которые даже на небольших территориях включают значительное число как низших, так и высших единиц. В малых горных странах проблема усугубляется тем, что те или иные геологические и геоморфологические проявления зачастую носят локальный характер, т.е. распространены на очень ограниченных участках – в пределах одного горного хребта, амфитеатра или даже одной горной вершины. Поэтому приуроченные к ним фитоценозы могут занимать совсем незначительную площадь либо встречаться только в одном локалитете, что делает трудновыполнимыми некоторые установки метода Браун-Бланке и рекомендации «Международного кодекса фитосоциологической номенклатуры» [19] об использовании при характеристике синтаксона не менее десяти описаний из разных точек. Таким образом, вне синтаксономической схемы могут оказаться редкие, уникальные, то есть наиболее ценные в фитосозологическом отношении, сообщества.

В Горном Крыму подобная ситуация складывается, например, при описании растительного покрова выходов роговиков, которые встречаются практически только на северо-восточном склоне горы Аю-Даг на площади в несколько гектаров, но при этом характеризуются своеобразной растительностью, богатой редкими для региона кальцефобными видами. Поэтому мы считаем оправданным выделение узколокальных ассоциаций *Asplenio septentrionalis-Bunietum ferulacei* Ryff 2006 (*Asplenion septentrionalis* Oberdorfer 1938; *Androsacetalia vandellii* Br.-Bl. in Meier et Br.-Bl. 1934; *Asplenietea trichomanis* (Br.-Bl. in Meier et Br.-Bl. 1934) Oberdorfer 1977) и *Geranio purpurei-Bunietum ferulacei* Ryff 1999 (*Vicio hirsutae-Galion aparines* Ryff 1999; *Galio-Parietarietalia officinalis* Boşcaiu et al. 1966; *Thlaspietalia rotundifolii* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926) [8, 10].

Следует учитывать также, что существенная часть территории малых горных стран испытывает влияние краевого эффекта, то есть представляет собой физико-географический экотон, классифицируемость фитоценозов которого в рамках системы Браун-Бланке является вообще проблематичной. Это особенно значимо для приморских горных массивов, в том числе Крымских гор.

Немаловажную роль в горных экосистемах играет высокая активность экзогенных геологических процессов. Вследствие этого площадь стабильных сообществ, относительно хорошо классифицируемых, значительно меньше площади фитоценозов, отражающих различные сукцессионные стадии и занимающих промежуточное положение в синтаксономической схеме. Проблема усугубляется тем, что в зависимости от локальных геологических, геоморфологических и микроклиматических условий сукцессии могут протекать по-разному даже в пределах одной ландшафтной зоны.

И последней особенностью является достаточно высокая антропогенная преобразованность растительного покрова небольших горных массивов из-за их сравнительной легкодоступности. Не только предгорья, но и вершины невысоких гор издавна заселялись человеком или использовались в хозяйственной деятельности. Это привело к исчезновению ряда природных видов и сообществ и замене их синантропными. Поэтому даже в составе диагностических блоков синтаксонов естественной растительности могут присутствовать сорные виды. Наиболее характерно это для хазмофитных сообществ, экология местообитаний которых близка к условиям антропогенных экотопов. Так, в Горном

Крыму некоторые представители адвентивной и апофитной фракций флоры обычны для галечниково-глыбовых пляжей и приморских скал (*Senecio cineraria* DC., *Antirrhinum majus* L., *Atriplex sagittata* Borkh.), осыпей нижнего и среднего высотных поясов (*Galium aparine* L., *Veronica cymbalaria* Bod., *V. hederifolia* L.) и нередко доминируют в их растительном покрове. Изредка адвентивные таксоны даже формируют фрагменты несвойственных региону типов растительности, например, маквисоидные сообщества на Южном берегу Крыма, где главную роль играют одичавшие средиземноморские экзоты *Rhamnus alaternus* L., *Bupleurum fruticosum* L., *Quercus ilex* L., *Viburnum tinus* L. и др. Конечно, попытки классифицировать подобные сообщества в рамках существующей европейской системы наталкиваются на ряд неизбежных трудностей и невозможны без каких-то условностей и компромиссов.

Антропогенное влияние способствовало формированию и распространению на значительных площадях вторичных полуестественных сообществ – например, шибляка, фриганоидов, саванноидов и псевдостепей, а также фитоценозов, представляющих собой различные стадии дигрессии. Они могут существенно отличаться от первозданной растительности как по видовому составу, так и по количественным характеристикам отдельных компонентов, и не всегда поддаются классификации даже на уровне высших единиц синтаксономии.

Таким образом, основными особенностями классификации растительности небольших изолированных горных массивов являются следующие.

1. Значительная доля эндемичных синтаксонов как низших, так и высших рангов, необходимость дополнения диагностических блоков существующих единиц региональными таксонами.
2. Дефектность растительности, то есть отсутствие некоторых порядков и классов, свойственных более крупным горным системам.
3. Широкая распространенность сообществ, занимающих промежуточное положение в синтаксономической схеме.
4. Маленькая площадь фитоценозов и локальность распространения, свойственные многим синтаксонам, что объясняется пестротой ландшафтной структуры территории.
5. Высокая антропогенная преобразованность растительности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белоновская Е.А.* Проблемы сохранения природного разнообразия растительности альпийского пояса Большого Кавказа // Матер. Всерос. науч. конф. с междунар. участием «Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы» (С.-Петербург, 20-24 сент. 2011 г.). Т. 1. Разнообразие растительных сообществ и вопросы их охраны. География и картография растительности. История и перспективы геоботанических исследований. СПб. 2011. С. 28-31.
2. *Дидух Я.П.* Опыт классификации ксерофильной полукустарничковой и травянистой растительности Горного Крыма // Ботан. журн. 1983. Т. 68. № 11. С. 1456-1466.
3. *Дидух Я.П.* Растительный покров Горного Крыма (структура, динамика, эволюция и охрана). Киев: Наук. думка, 1992. 256 с.
4. *Дідух Я.П., Куземко А.А.* Нові синтаксони класу *Molinio-Arrhenathеretea* з Гірського Криму // Чорноморськ. ботан. журн. 2009. Т. 5, № 4. С. 547-562.
5. *Ермолаева О.Ю.* Синтаксономия растительности высокогорных известняковых массивов Западного Кавказа : дис. … канд. биол. наук. Ростов-на-Дону, 2004. 383 с.
6. *Ермолаева О.Ю.* Петрофитные сообщества высокогорных известняковых массивов Западного Кавказа // Растительность России. 2007. № 10. С. 23-37.
7. *Корженевский В.В.* Синтаксономический состав растительности флишевого низкогорья Юго-Восточного Крыма // Труды Никит. ботан. сада. 1990. Т. 110. С. 80-90.

8. *Рыфф Л.Э.* Растительность осыпей на магматических породах и роговиках в Горном Крыму // Укр. фітоцен. зб. Серія А. 1999. вип. 3 (14). С. 67-84.

9. *Рыфф Л.Э.* Эндемичные сообщества скал среднего и верхнего поясов Горного Крыма (Drabo cuspidatae-Campanulion tauricae; Potentilletalia caulescentis) // Укр. фітоцен. зб. Серія А. 2000. Вип. 1 (16). С. 53-61.

10. *Рыфф Л.Э.* Растительность скальных обнажений роговиков и магматических пород в Горном Крыму // Бюл. Никит. ботан. сада. 2006. Вып. 92. С. 96-104.

11. *Рыфф Л.Э.* Sobolewskio sibiricae-Heracleetum (*Thlaspietea rotundifolii*) – новая ассоциация растительности прияйлинских осыпей Горного Крыма // Бюл. Никит. ботан. сада. 2007. Вып. 94. С. 9-13.

12. *Саитов М.С., Миркин Б.М.* О высших единицах синтаксономии степей класса *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. 43 на территории СССР // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1991. Т. 96, вып. 1. С. 87-98.

13. *Dimopoulos P., Sýkora K.V., Mucina L.,Georgiadis Th.* The high-rank syntaxa of the rock-cliff and scree vegetation of the Mainland Greece and Crete // Folia Geobot. Phytotax. 1997. Vol. 32, № 4. P. 313-334.

14. *Eren Ö., Gökçeoğlu M., Parolly G.* The flora and vegetation of Bakirli Dağı (Western Taurus Mts, Turkey), including annotations on critical taxa of the Taurus range // Willdenowia. 2004. Vol. 34, № 2. P. 463-503.

15. *Mucina L.* Conspectus of Classes of European Vegetation // Folia Geobot. Phytotax. 1997. Vol. 32, № 2. P. 117-172.

16. *Onipchenko V.G.* Alpine Vegetation of the Teberda Reserve, the Northwestern Caucasus / Veröff. Geobot. Inst. ETH. Zürich: Siftung Rübel, 2002. 168 p.

17. *Parolly G.* The high mountain vegetation of Turkey – a state of the art report, including the first annotated conspectus of the major syntaxa // Turk. J. Bot. 2004. Vol. 28. P. 39-63.

18. *Valachovič M., Dierssen K., Dimopoulos P., Hadač E., Loidi J., Mucina L., Rossi G., Valle Tendero F., Tomaselli M.* The vegetation on screes – a synopsis of higher syntaxa in Europe // Folia Geobot. Phytotax. 1997. Vol. 32, № 2. P. 173-192.

19. *Weber H.E., Moravec J., Theurillat J.-P.* International Code of Phytosociological Nomenclature. Ed. 3. // J. Veg. Sci. 2000. № 11. P. 739-768.

THE MAIN PROBLEMS OF CLASSIFICATION OF VEGETATION OF SMALL MOUNTAIN MASSIVES (ON EXAMPLE OF THE MOUNTAIN CRIMEA)

© 2012 L.E. Ryff

Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Centre NAS Ukraine, Yalta

In this article some problems of the classification of vegetation of small isolated mountain massives according to the Braun-Blanquet approach are discussed on example of the Mountain Crimea.

Key words: *vegetation, classification, the Braun-Blanquet approach, mountain regions, the Mountainous Crimea*.

Ljubov Ryff, Candidate of Biology, Senior Researcher of Laboratory of Flora and Vegetation. E-mail: ryffljub@ukr.net

УДК 581.9 (571.65)

СТРУКТУРА ЦЕНОФЛОРЫ ЕРНИКОВ КЛАССА LOISELEURIO-VACCINIETEA В АРКТИКЕ И БОРЕАЛЬНЫХ ВЫСОКОГОРЬЯХ

© 2012 Н.В. Синельникова

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН

Рассмотрены особенности состава и структуры ерниковых сообществ в пределах их ареала в тундровой зоне и горных тундрах высокогорий.

Ключевые слова: *ерниковые тундры, метод Браун-Бланке*.

Сообщества, образованные кустарниковыми березами – Betula nana и B. exilis являются одним из основных типов растительности в южных гипоарктических тундрах, зоне предтундровых редколесий, а также в субарктических областях и в нижнем подпоясе альпийского пояса гор Евразии. Кустарничковые гипоарктические тундры составляют основу растительности горнотундрового пояса рада горных систем, занимая положительные формы рельефа на склонах и шлейфах в условиях умеренного залегания снежного покрова (рис. 1). Большая часть синтаксонов ерниковых сообществ имеют циркумполярное субокеаническое и континентальное распространение. В настоящее время изучены ерники равнинных и горных территорий ряда регионов от Гренландии до Аляски. Некоторые ассо-

Рис. 1. Лишайниковые тундровые ерники в горах южных отрогов хр. Черского.

циации, например асс. ***Empetro-Betuletum nanae*** Nordh. 1943 очевидно имеют циркумполярный ареал, объединяя кустарничковые южные тундры с преобладанием карликовой березки и воро-

Синельникова Надежда Вячеславовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. E-mail: meks_mag@mail.ru.

ники на пространстве от Гренландии до Чукотки. Безусловно, такие синтаксоны необходимо разделить на несколько близкородственных ассоциаций-викариантов по долготному признаку. Подобная ситуация сохраняется прежде всего по причине слабой изученности субарктических тундр и бореальных высокогорий России. Практически не разработана синтаксономия и ерниковых сообществ в пределах равнинных территорий бореальной зоны (рис. 2). Настоящая работа не ставит задачу однозначного ответа на синтаксономическое положение ерниковых тундр, но лишь обозначает проблему, нуждающуюся в дискуссии.

Рис. 2. Долинные ерники на второй террасе р. Колыма.

Для анализа были отобраны опубликованные в литературе описания (Васильев, 1956; Daniels, 1982; Перфильева, 1991; Chytry et. al. 1993, 1995; Koroleva, 1994; Walker et al. 1994; Нешатаев, Храмцов, 2004; Dierssen, Dierssen, 2005; Birgit et al., 2006; Синельникова, 2009;Телятников, 2009), (табл.1). В сводной синоптической таблице (табл. 1) виды, отмеченные единично или дважды, опущены. Большая часть ассоциаций ерниковых тундр традиционно включаются в союз ***Phyllodoco-Vaccinion*** Nordh. 1936, диагностическими видами которого являются *Vaccinium myrtillus, Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi, Dicranum elongatum*. Исключение составляют сообщества асс. ***Empetro-Betuletum nanae*** Nordh. 1943 Гренландии, которые авторы относят в союз ***Loiseleurio-Diapension*** (Br.-Bl., Siss. et Vlieg. 1939) Daniels 1982. Анализ состава сообществ показывает, что на значительном ареале диагностические виды союза ***Phyllodoco-Vaccinion*** представлены крайне слабо. Исключение составляют ерниковые тундры континентальных районов северо-востока России (бассейн рр. Колыма, Анадырь). Можно предположить, что ерниковые сообщества в дальнейшем будут отнесены к ряду региональных союзов. Представленность видов класса ***Loiseleurio-Vaccinietea*** в восточносибирском секторе Арктики возрастает.

Анализ ценофлор ерниковых сообществ проведен по принципам, предложенным Л. И. Малышевым, Г. А. Пешковой (1984) и А. П. Хохряковым (1989). В бриолихенофлоре ерниковых сообществ доминируют циркумполярные, бореальные и арктоальпийские виды.

Таблица 1. Синоптическая таблица ассоциаций ерников.

Класс	*Loiseleurio-Vaccinietea*																							
Порядок	*Rhododendro-Vaccinietalia*																							
Союз	*Phyllodoco-Vaccinion*																							
Номера синтаксонов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Диагностические виды союза *Phyllodoco-Vaccinion*																								
Dicranum elongatum	I	II	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	II	IV	III	II	II	III	III	IV	.	V	.	.	II
Pleurozium schreberi	.	.	.	.	.	I	.	II	V	.	.	.	.	II	.	II	III	III	III	I	.	I	III	.
Tomenthypnum nitens	.	I	.	I	.	.	.	.	I	II	.	I	.	.	.	.	.	I	II	.	.	.	.	.
Phyllodoce caerulea	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	II	.
Диагностические виды порядка *Rhododendro-Vaccinietalia*, класса *Loiseleurio-Vaccinietea*																								
Betula exilis/nana	V	V	V	V	V	V	IV	V	V	V	IV	V	V	V	V	V	V	V	V	III	V	V	V	IV
Vaccinium uliginosum	IV	IV	III	V	II	V	V	.	.	III	I	II	V	V	V	V	V	V	V	II	IV	V	V	II
Cetraria cucullata	V	IV	I	.	.	.	IV	II	.	II	.	V	V	V	IV	IV	V	V	IV	IV	IV	.	.	IV
Aulacomnium turgidum	V	V	I	III	.	.	IV	.	.	V	I	V	III	III	.	III	II	IV	V	.	IV	.	.	IV
Vaccinium vitis-idaea	.	II	.	.	II	III	II	V	III	II	.	II	V	III	III	III	II	IV	V	I	V	IV	III	IV
Empetrum aggr. nigrum	.	IV	III	V	V	II	V	V	.	I	.	.	.	II	II	I	II	IV	II	II	.	.	.	I
Ledum decumbens/palustre	.	IV	.	IV	.	.	V	II	.	IV	.	IV	III	IV	I	III	IV	III	IV	II	II	V	V	IV
Hierochloe alpina	III	I	.	.	.	I	.	.	.	.	I	.	V	IV	V	IV	IV	IV	III	.	V	I	.	IV
Cetraria islandica	III	I	IV	.	III	V	III	V	IV	.	.	I	.	III	.	I	I	V	II	II	IV	II	.	IV
Cetraria laevigata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	III	V	V	IV	I	.	.	.	.	.	.
Cladina rangiferina	I	I	V	.	III	II	II	IV	.	II	I	I	V	IV	IV	III	III	IV	IV	.	IV	III	III	IV
Cetraria nivalis	IV	III	III	.	V	.	.	.	.	.	.	.	V	III	III	I	I	III	I	II	III	II	.	II
Cladonia gracilis	IV	IV	V	.	I	I	.	.	I	.	.	.	II	I	.	.	.	.	.	.	.	I	.	II
Cladina stellaris	.	.	.	.	IV	I	IV	V	.	.	I	.	II	.	II	I	I	.	.	.	.	.	.	.
Salix glauca	V	II	III	I	.	IV	.	.	.	I	.	I	.	II	.	.	.	II	II	.	III	I	III	.
Cladina mitis	.	.	V	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	III	IV	.	III	I	.	II
Alectoria ochroleuca	IV	II	II	.	I	.	III	.	.	.	.	.	V	I	I	I	II	I	.	.	.	.	.	I
Rhododendron aureum	.	.	.	.	.	.	V	II	I	.	.	.	III	I	III	III	II	I	I	.	.	I	II	.
Arctous alpina	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	II	I	.	.	I	II	I	III	.	V	II	.
Cetraria delisei	.	.	II	I	.	I	II	II	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
Cladonia amaurocraea	IV	IV	IV	.	.	.	II	.	.	II	.	III	.	I	I	.	.	.	.	I	IV	.	.	IV
Cladina arbuscula	III	III	.	.	.	IV	.	II	.	II	I	.	IV	III	IV	II	III	II	II	.	.	III	III	IV
Thamnolia vermicularis	IV	III	II	.	I	.	.	.	.	.	I	.	IV	III	IV	I	III	III	II	I	IV	I	.	II
Polygonum tripterocarpum	.	.	.	.	.	.	I	.	.	I	.	.	IV	II	III	III	IV	I	III	.	II	I	II	.
Stereocaulon paschale	.	.	III	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	II	II	.
Rhododendron lapponicum/parvifolium	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	IV	II	II	I	I	.	.	.	.	.
Gymnomitrion concinnatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	I	.	.	.	IV	.	.	.
Calamagrostis lapponica/groenlandica	.	I	.	.	.	.	.	.	.	I	I	I	.	III	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.
Cladonia ecmocyna	.	.	I	.	.	I	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	II
Dicranum fuscescens	III	I	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia gracilescens	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I	I	.	.	.	.	III	.	I	.
Pedicularis lapponica	I	I	.	II	.	II	.	.	.	.	I	I	.	.	.	.	.	I	I	.	II	.	.	.
Diapensia obovata/lapponica	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	I	.	.	II	I	II	II	.	.	.	.	.	.	.

Sphaerophorus globosus	II	I	II	.	.	.	.	.	.	I	.	.	II	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.
Nephroma arcticum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	.	.	II	.	.	.	II	.	.	I
Huperzia appressa/selago	I	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Прочие виды:																								
Salix pulchra	.	.	.	.	.	.	I	.	.	V	.	IV	IV	III	II	IV	V	II	IV	I	III	.	.	I
Pohlia nutans	V	V	IV	II	.	.	.	.	.	.	.	I	.	II	I	I	II	III	I	.	II	.	.	.
Stereocaulon alpinum	III	II	IV	.	.	.	.	I	I	.	.	.	II	III	II	I	I	V	I	.	IV	.	.	III
Polytrichum strictum	III	V	.	.	.	I	IV	.	.	.	.	II	.	I	.	I	I	I	I	.	.	I	.	IV
Polytrichum commune	.	.	.	.	I	.	.	IV	V	.	.	.	.	I	.	.	III	I	III	.	.	.	III	.
Aulacomnium palustre	I	II	.	IV	.	I	.	I	I	II	.	II	.	II	.	I	V	II	III	.	II	.	.	I
Dactylina arctica	II	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	II	I	III	II	II	I	I	I	V	.	.	IV
Festuca ovina	.	.	.	.	II	.	.	IV	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Poa arctica	IV	V	I	.	.	I	.	.	.	I	.	I	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.
Saussurea tilesii/pseudotilesii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	IV	V	.
Dicranum acutifolium	V	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	I	.	.	.	.	II
Dicranum sp.	.	.	.	.	.	V	.	I	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Salix fuscescens	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	I	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Salix lanata	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.
Rhytidium rugosum	IV	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	IV	II	II	III	II	III	.	.	II	
Bryum sp.	IV	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	II	.	.	.	III	I	.	III	.	.	.	
Festuca altaica	.	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	.	.	II	I	I	.	II	I	.	II	III	IV	I	
Equisetum arvense	III	IV	.	II	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Eriophorum vaginatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.	IV	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.
Bistorta elliptica/plumosa/major	.	.	.	.	.	IV	.	.	.	I	.	.	III	II	III	III	III	I	I	.	III	.	.	III
Hylocomium splendens	I	IV	.	.	I	III	.	.	.	.	.	I	.	II	.	III	II	II	II	.	II	.	.	III
Hedysarum hedysaroides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	III	II	III	I	.	.	II	IV	.
Racomitrium canescens	.	.	I	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	III	II	.	II	III	IV	.	II	.	.	.
Peltigera aphthosa	II	IV	I	.	.	.	.	.	.	II	.	III	.	.	I	.	I	.	.	.	.	.	III	I
Arctagrostis arundinacea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	I	II	IV	III	I	I	.	III	.	.	.
Peltigera malacea	IV	III	III	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Ceratodon purpureus/heterophyllus	IV	I	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	I	.	I	.	III	I	.	III	.	.	.
Cetraria richardsonii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	I	II	II	II	I	I	III	.	.	IV
Bistorta vivipara	III	I	.	II	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I	I	.	I	.	.	II	IV	.
Polytrichum juniperinum	III	I	I	.	.	I	.	II	.	.	.	.	.	I	I	I	I	II	.	.	IV	.	.	.
Ptilidium ciliare	I	I	IV	.	.	I	.	.	.	.	.	II	.	.	.	I	I	I	III	.	II	.	.	I
Dicranum angustum/laevidens	I	IV	.	III	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	I	.	.	II	.	.	II
Dicranum spadiceum	III	I	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	II	II	.	.	.	.	.	.	IV
Cetraria ericetorum	II	I	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	II	.	.	.
Dicranum majus	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	I	II	.	.	.	III	.
Ochrolechia frigida	III	IV	II	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calamagrostis purpurascens/sesquiflora	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.	.	III	.	II	.
Cephaloziella sp.	IV	III	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Stellaria longipes/peduncularis	III	IV	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vaccinium myrtillus	.	.	.	.	III	.	.	IV	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia chlorophaea	IV	III	I	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dasiphora fruticosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	III	IV	.

Pinus pumila	.	.	.	.	.	.	I	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.
Sanionia uncinata	II	IV	II	II	.	II	.	.	II	.	.	.	.	.	.	I	II	I	II	.	.	.	.	.
Claytonia acutifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	II	II	IV	II	II	I	I	.	II	.	.	.
Carex lugens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	II	.	I	II	.	IV	.	.	.
Dryas octopetala/punctata/integrifolia	I	I	.	.	II	IV	.	.	.	.	I	I	.	I	I	II	I	I	I	.	.	.	.	.
Carex koraginensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	IV	I	I	.	.	.	II	II	.
Carex vaginata/algida	.	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	I	.	.	.	.	II	I	I	II	.	.	.	.	.
Cladonia pyxidata	IV	II	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Artemisia arctica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	I	I	.	.	.	I	IV	.
Veratrum lobelianum	.	.	.	.	.	II	.	IV	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex melanocarpa	.	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	I	.	.	.	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.
Polygonum laxmannii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	I	.	.	.	.	.	.	IV	.	.	.
Oncophorus wahlenbergii	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	III	I	.	.	.	II	.	.	III	.	.	.
Eriophorum polystachyon/angustifolium	.	.	.	III	.	.	.	.	.	II	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cynodontium strumiferum	III	I	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex bigelowii/arctisibirica/rigidioides	I	I	II	II	I	II	.	.	.	I	.	.	III	I	.	I	II	.	I	.	.	.	.	I
Anemone sibirica	.	.	.	.	.	.	I	.	I	.	.	.	II	I	I	II	III	.	.	.	.	I	II	.
Cladonia coccifera	.	.	III	.	.	II	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	I	II	.	.	.	II	.
Cladonia macroceras/elongata	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	II	.
Cassiope tetragona	I	II	.	.	.	I	.	.	.	.	I	I	.	I	.	III	II	.	I	.	.	.	.	I
Polytrichum piliferum	II	I	II	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	I	III	.	I	I	I	.	.	.	.	.
Dicranum scoparium	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	II
Prosoma hypnorum	III	II	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pyrola aggr. rotundifolia	III	II	.	.	.	I	.	.	.	.	I	.	.	I	.	.	.	I	I	.	.	.	.	.
Luzula confusa	II	III	I	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.
Pedicularis labradorica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	I	.	.	.	II	I	.	.	.	.	III
Cladonia uncialis	.	.	III	.	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Peltigera leucophlebia	II	III	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rubus arcticus	.	.	.	.	.	I	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.
Thalictrum alpinum	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	II	.
Sphenolobus minutus	I	III	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	I
Peltigera scabrosa	I	III	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Salix herbacea	I	I	I	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sieversia pusilla	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	I	I	.	.	.	.	.	.	.
Hypnum sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	II	.	I	II	II	II	.	.	.	.	.
Pedicularis oederi	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	I	.	I	II	.	.	.	.	II	II	.
Salix krylovii	.	.	.	.	.	.	II	II	II	I	.	.	.	.	I	I	I	.	.	.	.	.	.	.
Salix saxatilis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	II	I	I	.	II	II	.	.	.	.	.
Juniperus communis/sibirica	.	.	.	.	II	I	I	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
Carex podocarpa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	II	II	I	.	.	.	.
Barbilophozia binsteadii	.	II	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.
Alectoria nigricans	I	I	II	.	I	.	.	.	.	.	.	I	II	.	.	I	.	I	I	.	.	.	.	.
Bryocaulon divergens	II	I	II	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	I	.	.	.	I	.	.	.	I
Polytrichum alpinum	I	I	I	II	.	I	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.
Racomitrium lanuginosum	II	I	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I	.	.	I	.	I
Calamagrostis purpurea/langsdorffii	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	I	.	.	.	I	.	.	II	.	II

Cladonia pleurota	I	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	II
Cnidium ajanense	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	I	I	II	.	.	.	.	.	.	.	.
Sphagnum warnstorfii	.	II	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	I	I	I	.	.	.	.	.	.
Poa glauca	II	I	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.
Bryum argenteum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	I	II	.	.	.	.	.	.	.	.
Calypogeia sphagnicola	.	II	.	II	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia deformis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.
Festuca brachyphylla	II	I	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pohlia cruda	II	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.
Rosa acicularis	.	.	.	.	.	.	II	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.
Tofieldia coccinea	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	I	.	.	I	II	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Campylium protensum/stellatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I	I	II	.	.	.	.	.	.
Cassiope ericoides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	I	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia bacillaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	.	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.
Valeriana capitata	.	.	.	.	.	I	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	II	.	.	.	.
Blepharostoma trichophyllum	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.
Cladonia carneola	.	I	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Equisetum pratense	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	II	.	.
Galium boreale	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	II	.	.
Trisetum sibiricum/altaicum	.	.	.	.	.	.	I	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.
Salix sphenophylla	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	I	.	.	I	.	I	I	.	.	.	.	.
Peltigera canina	I	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Sphagnum girgensohnii	.	I	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.
Tritomaria quinquedentata	I	I	.	.	.	.	.	.	.	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex misandra	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	I	I	.	.	.	.	.	.
Cladonia cornuta	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gentiana glauca	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I	.	.	.	.	I	.	.	.
Geranium erianthum/albiflorum	.	.	.	.	.	I	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.
Luzula multiflora	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.
Pedicularis capitata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	I	.	.	.	.	.	I	.	.	.
Salix reticulata	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I	.	.	.	.	.	.
Saxifraga nelsoniana	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I	.	.	.	.	.	.	.
Straminergon stramineum	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	I	.	.	.	.	.	.

Число эндемичных и узкорегиональных видов крайне незначительно. Несмотря на долготные различия, примерно 50 % ценофлоры составляют циркумполярные элементы (рис. 3). Среди широтных элементов четверть составляют гипоарктомонтанные виды. 20 % ценофлоры представлены арктоальпийскими видами. Значительна доля и арктобореальных видов (13 %). Дальнейшие исследования ерниковых тундр российской Арктики и бореальных высокогорий позволят определить синтаксономическое положение уже существующих сообществ и выявить новые синтаксоны.

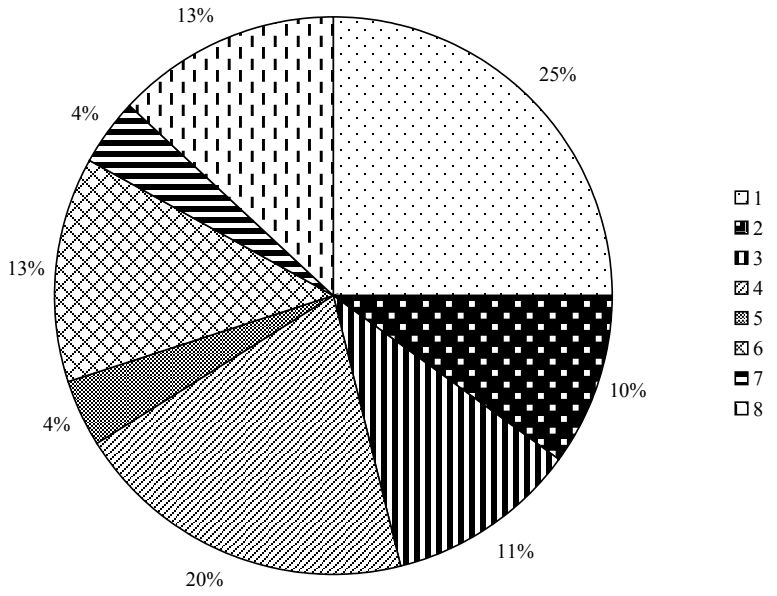


Рис. 3. Спектр ценофлор по широтным элементам. 1 — Гипоарктомонтанная; 2 — Бореальная; 3 — Гипоарктическая; 4 — Арктоальпийская; 5 — Бореально-монтанная; 6 — Арктобореальная; 7 — Арктобореально-монтанная; 8 — Метаарктическая (арктогольцовая).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васильев В.Н.* Растительность Анадырского края. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. 218 с.

2. *Малышев Л.И. Пешкова Г.А*. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Новосибирск, 1984. 265 с.

3. *Нешатаев Ю.Н., Храмцов В.Н.* Растительность тундрового пояса // Растительность Кроноцкого государственного заповедника (Восточная Камчатка). Сб. под ред. Ю.Н. *Нешатаева, В.Ю. Нешатаевой, А.Т. Науменко*. Тр. БИН РАН. вып.16. СПб., 1994. С. 119-144.

4. *Перфильева В.И., Тетерина Л.В., Карпов Н.С.* Растительный покров тундровой зоны Якутии. Якутск: Якутский научный центр СО АН СССР, 1991. 192 с.

5. *Синельникова Н.В.* Эколого-флористическая классификация растительных сообществ верховий Колымы. Магадан, 2009. 214 с.

6. *Телятников М.Ю.* Синтаксономическая характеристика травяно-кустарничково-мохово-лишайниковых тундр северо-западной части плато Путорана // Вестник НГУ. Сер: биология, клиническая медицина. 2009. Т.7. Вып. 4. С. 16-20.

7. *Хохряков А.П.* Анализ флоры Колымского нагорья. М.: Наука, 1989. 152с.

8. *Birgit S., Birgit D. & Daniels F.J.A.* Vegetation and Altitudinal Zonation in Continental West Greenland // Meddelelser om Gronland. Bioscience. 57. 2006.

9. *Chytry M., Anenchonov O., Danihelka J.* Plant communities of the Bol'shoy Chivyrkui river valley, Barguzinskyi range, East Siberia // Phytocoenologia. 1995. Vol. 25. No. 3. P. 399-434.

10. *Chytry M., Pesout P., Anenchonov O.* Syntaxonomy of vegetation of Svjatoi Nos Peninsula, Lake Baikal. 1. Non-forest communities // Folia geobot. et Phytotaxon. 1993. Vol. 28. No 4. P. 337-383.

11. *Daniels, F.J.A.* Vegetation of the Angmassalik District, Southeast Groonland, IV. Shrub, dwarf shrub and terricolous lichens // Medderlelser om Groonland // Bioscience 10, 1982. P. 1-82.

12. *Dierssen K., Dierssen B.* Studies on the vegetation of fens, springs and snow fields in West Greenland // Phytocoenologia. 2005. Vol. 35. No 4. P. 849-885.

13. *Koroleva N.E.* Phytosociological survey of the tundra vegetation of the Kola Peninsula, Russia. In: Circumpolar arctic vegetation//Journ. of veget. science, special issue. Uppsala, 1994. P. 803-812.

14. *Walker M.D., Walker D.A., Auerbach N.A.* Plant communities of a tussock tundra landscape in the Brooks Range Foothills, Alaska // Journ.Veget. Sci., 1994. Vol. 5. No. 6. P. 843-866.

STRUCTURE OF COENOFLORA OF DWARF BIRCH TUNDRA IN THE ARCTIC AND HIGHLANDS OF BOREAL ZONE

© 2012. N.V. Sinelnikova

Institute of the Biological problems of the North FEB RAS

Certain peculiarities of structure and species composition of dwarf birch tundra within their tundra zone and mountain-tundra areals are discussed.

Key words: *dwarf birch tundra, Braun-Blanquet approach*.

Nadezda Sinelnikova. Candidate of Biology. Senior researcher. E-mail: meks_mag@mail.ru

УДК 581.5

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ВОРОНЕЖСКОГО ЗАПОВЕДНИКА С УЧЕТОМ ЛАНДШАФТНОЙ СТРУКТУРЫ ТЕРРИТОРИИ

© 2012 Е.А. Стародубцева[1], Л.Г. Ханина[2], В.Э. Смирнов[2]

[1] ФГБУ «Воронежский государственный заповедник»
[2] Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт математических проблем биологии Российской Академии Наук

На основе геоботанического и ландшафтно-географического материала Воронежского заповедника исследуется 80-летняя динамика растительности с учетом ландшафтной организации территории; выделяются автогенные и аллогенные процессы, анализируются их ландшафтная приуроченность и особенности проявления.

Ключевые слова: *заповедник, динамика растительного покрова, ландшафтный уровень, автогенная сукцессия, аллогенное развитие*

Изучение динамики растительного покрова имеет большое практическое значение для решения задач сохранения биоразнообразия, организации неистощительного природопользования. В последние десятилетия появились обобщения, содержащие характеристику сукцессионных процессов на изъятых из хозяйственного использования территориях [12, 1, 19]. Особый интерес представляют исследования, проведенные на постоянных пробных площадях и стационарных трансектах [4, 10, 20, 16]. Развитием этих работ является постановка задачи анализа динамики растительности с учетом ландшафтной структуры территории, с учетом как истории формирования растительного покрова до заповедания, так и специфики прошлых и продолжающихся экзогенных воздействий на растительность.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Воронежский заповедник организован в 1923 г. в северной половине крупного островного лесного массива лесостепи – Усманского бора, расположенного на границе Липецкой и Воронежской областей. Площадь заповедника – 31053 га. В лесах Усманского бора, расположенного на левобережных песчаных террасах реки Воронеж, кроме зонального типа растительности (дубово-липовых сообществ с примесью ясеня и клена полевого) широко представлены экстразональные элементы растительного покрова – сосновые леса с бореальными элементами флоры, находящимися на южной границе равнинной части ареала. Наиболее интенсивные антропогенные воздействия на изучаемой территории отмечены в 16-19 вв. Разнообразная интенсивная эксплуатация некогда обширных лесных земель привела к тому, что к середине XIX в. на всей территории Усманского бора практически не было деревьев старше 30 лет, 75 % всей покрытой лесом площади занимали леса с преобладанием березы.

Настоящей работе предшествовало построение классификационной системы растительности заповедника [11]. Путем применения эколого-ценотического подхода, объединяющего приемы доминантной классификации, результаты анализа эколого-ценотической структуры (ЭЦС) растительности и результаты многомерного градиентного анализа геоботанических описаний, в лесных формациях заповедника (сосновых, осиновых,

Стародубцева Елена Анатольевна, кандидат биологических наук, заместитель директора по научной работе ФГБУ «Воронежский государственный заповедник». E-mail: starodbtsv@gmail.com; *Ханина Лариса Геннадьевна*, кандидат биологических наук, доцент, зав. лабораторией Федерального государственного бюджетного учреждение науки Институт математических проблем биологии Российской Академии Наук. E-mail: lkhanina@rambler.ru; *Смирнов Вадим Эдуардович*, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждение науки Институт математических проблем биологии Российской Академии Наук. E-mail: vesmirnov@rambler.ru

березовых, черноольховых лесов и группе формаций широколиственных лесов) было выделено 23 группы ассоциаций. По доминирующей эколого-ценотической группе (ЭЦГ) они были объединены в 9 эколого-ценотических типов (ЭЦТ) напочвенного покрова: боровой (Pn), лугово-боровой (MdPn), лугово-неморальный (MdNm), бореальный (Br), бореально-неморальный (BrNm), неморальный (Nm), неморально-нитрофитный (NmNt), нитрофитный (Nt) и водно-болотный (Wt). Так же среди травянистых сообществ сухих, умеренно увлажненных и сырых местообитаний выделено 5 групп ассоциаций: луга боровые (остепненные) (Pr-Pn), луга бореальные (Pr-Br), луга неморальные (Pr-Nm), настоящие (мезофитные) луга (Pr-Fr) и луга гигрофитные (Pr-Wt).

Для анализа 80-летней динамики растительности заповедника использовали информацию о ландшафтной структуре территории. В качестве ландшафтной единицы, вслед за исследованиями, выполненными под руководством В.Н.Солнцева, был принят ландшафтный уровень (ЛУ) [9, 2]. Всего на территории заповедника нами было выделено 13 ЛУ (см. карту заповедника с ЛУ по адресу: http://www.zapovednik-vrn.ru/la.jpg). В настоящей работе анализ динамики растительности проведен по 11 ЛУ (табл. 1); пойму и первую надпойменную террасу р. Воронеж (9 % территории заповедника) мы не рассматривали в связи с малым количеством геоботанического материала для этих ЛУ.

Анализ динамики растительности проводили путем обработки 1051 геоботанического описания, распределенного по 11-ти выделенным ЛУ и по трем временным этапам заповедания: начальному (1930-1940 гг.), промежуточному (середина 1960-х гг.) и современному (сер. 1980-х – по настоящее время). Описания в основном были сделаны на квадратных площадках размером 100 м^2; оценивался видовой состав и обилие-покрытие видов в основных ярусах растительности. Для анализа и интерпретации результатов привлекались данные лесной таксации, материалы геоботанического картирования, информация по экзогенным воздействиям, фиксированная в геоботанических описаниях и Летописях природы.

Таблица 1. Ландшафтные уровни, выделенные на территории Воронежского заповедника, для которых анализируется 80-летняя динамика растительности

Обозначение	Описание ландшафтных уровней
ЛУ1-1	западный участок второй надпойменной (н/п) террасы р. Воронеж
ЛУ 1-2	восточный участок второй н/п террасы р. Воронеж
ЛУ 2	поймы малых рек – Усмани и Ивницы
ЛУ 2о	останцы первых н/п террас малых рек Усмани и Ивницы
ЛУ 3	третья н/п терраса р. Воронеж
ЛУ 4	долины боковых притоков малых рек Усмани и Ивницы
ЛУ 5	пологий уступ четвертой н/п террасы р. Воронеж
ЛУ 6-1	четвертая н/п терраса р. Воронеж – водораздел рек Воронеж и Усмань
ЛУ 6-2	водораздел рек Воронеж – Байгора – восточная окраина заповедника («восточный водораздел»)
ЛУ 7	покато-ступенчатый уступ долины р. Усмани
ЛУ 8	вторая н/п терраса р. Усмани

При характеристике экологических условий выделенных ЛУ использовали метод фитоиндикации [14]. Ценотическое разнообразие ЛУ оценивали путем использования классификации геоботанических описаний на уровне групп ассоциаций и ЭЦТ растительности. Для каждого ЛУ на каждом временном этапе оценивали среднюю видовую насыщенность, видовое богатство и анализировали ЭЦС растительности с привлечением классификации сосудистых растений по ЭЦГ [6, 7]. Общий список ЭЦГ доступен в Интернете http://www.impb.ru/index.php?id=div/lce/ecg. Для обработки описаний использовалась программа SpeDiv [5].

Влияние временной динамики, ЛУ и ЭЦТ на состав и обилие видов напочвенного покрова оценивали методом непараметрического многомерного дисперсионного анализа

perMANOVA [15, 17]. Использовался вариант, реализованный в виде функции *adonis* в библиотеке *vegan* [18] для среды программирования R [21]. Для проведения perMANOVA из полного массива описаний (1051 описание, 527 видов) были удалены описания, которые по причине сильной замешанности флоры не были ранее отнесены ни к одному выделенному ЭЦТ, а также описания тех ЛУ и ЭЦТ, которые не были достаточно представлены во всех временных периодах. В результате анализ проводился для 882 описаний и 470 видов. Матрица расстояний между всеми парами геоботанических описаний строилась на основе меры Брея-Кертиса. Рассматривался трехфакторный несбалансированный план с фиксированными эффектами (временные этапы, ЛУ, ЭЦТ) и взаимодействием временных этапов и ЛУ.

Дополнительно для анализа растительности внутри каждого временного этапа проводились (i) однофакторный perMANOVA (с ЛУ в качестве единственного фактора) с последующими попарными сравнениями и (ii) ординация геоботанических описаний методом неметрического многомерного шкалирования (NMS) по той же матрице расстояний, которая использовалась в perMANOVA. NMS рассчитывали с помощью функции *metaMDS,* представленной в библиотеке *vegan*.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В 1936 г. площадь заповедника составляла 30 770 га (27 914 га - лесопокрытая, 142 га – пашня, 627 га – сенокосы, 527 га – неудобья, воды, болота, пески). Нару-шенность отдельных частей территории предшествующей хозяйственной деятельностью была столь велика, что на них были отмечены «полузадернелые пески с котловинами выдувания»; более 50% древостоев были представлены молодняками [13].

Геоботанические описания 30-х гг. свидетельствуют, что на начальном этапе заповедания единственным ЭЦТ растительности, представленным во всех ЛУ, за исключением пойм, был лугово-боровой. При этом растительность разных ЛУ на первом этапе была достаточно схожа между собой; только растительность пойм значимо отличалась от растительности всех других ЛУ. Причина такой «ценотической однородности» территории заключалась в высокой степени ее антропогенной трансформации до заповедания, сопровождающейся развитием светолюбивой степной, лугово-степной и боровой флоры в травяно-кустарничковом ярусе лесных сообществ. Наибольшее число типов сообществ (13) было отмечено на ЛУ6-1. Наиболее высокими показателями видовой насыщенности отличались расположенные в центральной части заповедника и примыкающие друг к другу ЛУ5, ЛУ3 и ЛУ1-2.

Сравнительный анализ геоботанических описаний на трех временных этапах свидетельствует, что основной процесс, происходящий в растительности заповедника в течение 80 лет заповедания, – это процесс неморализации. Он выражается в увеличении числа и доли видов неморальной ЭЦГ во всех ЛУ при сокращении доли боровых, а в некоторых ЛУ лугово-степных или бореальных видов; в растительном покрове происходит замена доминирования лугово-борового ЭЦТ на неморальный ЭЦТ.

Анализ perMANOVA показал, что вклад всех рассмотренных факторов (времени, ЛУ и ЭЦТ) в вариацию напочвенного покрова является значимым, в сумме эти факторы объясняют более 40 % общей вариации растительности. Фактор времени и его взаимодействие с ЛУ, хотя и значимы, но невелики по вкладу (3 и 2 %). Вклад ЛУ достаточно большой – 19 %. Вклад ЭЦТ несколько ниже – 17.4 %, но при включении в модель этого фактора перед ЛУ на него приходится уже 33 % вариации, а на долю ЛУ остается только 3 %. Таким образом, анализ показал, что для вариации растительности заповедника за 80 лет наблюдений фактор времени является значимым, но роль его невелика. Фактор ЛУ является более существенным, чем фактор времени, но «важность ЛУ» зависит от того, насколько приурочены к ЛУ другие факторы вариации. Следует учитывать, что

около 60 % вариации приходится на долю факторов, которые не учитывались в анализе (экзогенные воздействия, флуктуации и др.).

Поймы (ЛУ2) и западный участок второй н/п террасы (ЛУ1-1), расположенный на глубоких песках, характеризуются крайними для территории заповедника условиями увлажнения, это определяет специфику растительности в данных ЛУ. Только на этих ЛУ с течением времени (от первого временного этапа к третьему) не произошло уменьшение средней видовой насыщенности растительности, которое отмечено на всех других ЛУ заповедника.

Сопряженный анализ динамики растительного покрова и характера экзогенных воздействий на экосистемы заповедника с учетом ландшафтной дифференциации территории дает основания интерпретировать динамические процессы, происходящие на исследуемой территории, как автогенную сукцессию и аллогенное развитие [8].

Автогенная (демутационная) сукцессия представляет собой восстановление растительного покрова после нарушений в отсутствии дополнительных нарушений. На территории заповедника этот тип динамики приводит к неморализации растительного покрова. В течение анализируемого 80-летнего промежутка демутационной сукцессии отмечено изменение ЭЦС сообществ, некоторое увеличение ценотического разнообразия, падение видовой насыщенности при сохранении видового богатства. Богатство почвы азотом увеличивается, затененность возрастает, экологическое пространство сокращается. Этот процесс наиболее ярко выражен в ЛУ1-2, 3, 5 и 8. Отметим, что сукцессионное восстановление идет различными путями и зависит от экотопических особенностей конкретных ЛУ. Более близкое залегание грунтовых вод, наличие замкнутых понижений, обилие сырых лощин на ЛУ1-2 способствуют тому, что здесь автогенная сукцессия от лугово-боровых групп ассоциаций в лугово-неморальные и неморальные идет через стадии формирования бореальных и бореально-неморальных групп ассоциаций. Эти сообщества в меньшей степени присутствуют на ЛУ3 и совершенно не представлены на ЛУ5, где растительные сообщества лугово-боровых и неморально-луговых групп ассоциаций в процессе сукцессии переходят непосредственно в неморальную стадию. Это, по-видимому, определяется тем, что водный режим ЛУ5 (более глубокое залегание грунтовых вод, отсутствие застойных явлений, наличие склонового стока) не способствует развитию здесь сообществ с участием бореальных видов.

Аллогенное развитие растительного покрова связано с периодическим прерыванием восстановительной сукцессии экзогенными факторами. Наиболее ярко аллогенное развитие растительного покрова прослеживается на ЛУ6-1 и ЛУ1-1. Периодически возникающие здесь пожары прерывают ход демутационной сукцессии, формируют мозаику местообитаний с разнообразными экологическими условиями, что в целом поддерживает высокое видовое и ценотическое богатство растительного покрова данных ЛУ. Пожары способствуют поддержанию видов боровой, степной, сухолуговой и бореальной ЭЦГ и соответствующих растительных сообществ. На ЛУ6-2 фактором дифференциации растительного покрова является массовый ветровал древостоя, произошедший здесь в 1986 г.

Ряд экзогенных факторов, связанных с хозяйственной деятельностью человека на разных этапах заповедания, ландшафтной приуроченности не имеют. До 60-х годов прошлого столетия на территории заповедника осуществлялась заготовка древесины (в отдельные годы объемы превышали 150 тыс. куб. м), вплоть до 80-х г. производилось ежегодное сенокошение (на площади 400-600 га) и выпас крупного рогатого скота (в отдельные годы до 1400 голов) [3]. Именно эти воздействия являются причиной существования в настоящее время на многих ЛУ лугово-степной и боровой флоры, растительных сообществ лугово-боровых групп ассоциаций.

Условием спонтанного поддержания высокого видового и структурного разнообразия лесной растительности является наличие развитой мозаики местообитаний (окон в пологе леса, ветровально-почвенных комплексов разного возраста и др.) [1]. Это базовые признаки климаксных сообществ, время формирования которых после катастрофических

разрушающих воздействий (например, пожаров) оценивается в 600-1000 лет [8]. В лесах заповедника, на территории которого длительность восстановительной сукцессии составляет 80 и менее лет, высокое эколого-ценотическое и видовое разнообразие растительности в настоящее время поддерживается исключительно экзогенными воздействиями.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 09-04-97547 р_центр_а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность / Под ред. О.В. Смирновой. М.: Наука, 2004. Кн.1. 479 с.; Кн. 2. 575 с.

2. Использование GPS- и ГИС-технологий для изучения особо охраняемых природных территорий (на примере ландшафтной структуры Воронежского государственного природного биосферного заповедника). Тула: Гриф и К, 2006. 216 с.

3. *Лихацкий Ю.П.* Состояние экосистем северной половины Усманского бора и факторы, определяющие его // Состояние и проблемы экосистем Усманского бора. Воронеж, 1994. С. 14-34.

4. *Маслов А.А.* Природная динамика заповедных лесных сообществ в центре Русской равнины. Автореферат дисс. на соиск. уч.степ. д.б.н. Москва. 2004.

5. *Смирнов В.Э.* SPEDIV – программа для анализа разнообразия растительности // Принципы и способы сохранения биоразнообразия. Мат. II Всерос. конф. Йошкар-Ола, 2006. С. 142-143.

6. *Смирнов В.Э., Ханина Л.Г., Бобровский М.В*. Обоснование системы эколого-ценотических групп видов растений лесной зоны Европейской России на основе экологических шкал, геоботанических описаний и статистического анализа // Бюлл. МОИП. Сер. Биол. 2006. Т. 111. № 2. С. 36-47.

7. *Смирнова О.В., Ханина Л.Г., Смирнов В.Э.* Эколого-ценотические группы в растительном покрове лесного пояса Восточной Европы // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. М. Наука, 2004. Кн. 1. С. 165-175.

8. *Смирнова О.В., Торопова Н.А.* Сукцессия и климакс как экосистемный процесс // Успехи современной биологии. 2008. Т. 128. № 2. С. 129-144.

9. *Солнцев В.Н., Калуцкова Н.А., Трегубов О.В., Стародубцева Е.А.* Структура лесного покрова и почв катен в зоне лесостепи (на примере песчаных террас Воронежского заповедника) // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. Кн.2. М. Наука, 2004. С. 185-194.

10. *Стародубцева Е.А., Лихацкий Ю.П., Трегубов О.В*. Динамика лесного покрова на песчаных террасах Воронежского биосферного заповедника // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. Кн. 2. М. Наука, 2004. С. 200-236.

11. *Стародубцева Е.А., Ханина Л.Г*. Классификация растительности Воронежского заповедника // Растительность России. 2009. № 14. С. 63-141.

12. Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия / Под ред. О.В.Смирновой, Е.С.Шапошникова. СПб.: РБО, 1999. 549 с.

13. Таксационное описание Воронежского государственного бобрового заповедника. 1937.

14. *Цыганов Д.Н.* Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М. Наука, 1983. 198 с.

15. *Anderson M.J.* A new method for non-parametric multivariate analysis of variance // Austral Ecology. 2001. V. 26. P. 32-46.

16. *Hedl R, Kopecky M, Komarek J.* Half a century of succession in a temperate oakwood: from species-rich community to mesic forest // Diversity and distributions. 2010. V. 16. P. 267–276.

17. *McArdle B H., Anderson M.J.* Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis // Ecology. 2001. V. 82. P. 290-297.

18. *Oksanen J., Blanchet F. G., Kindt R., Legendre P., Minchin P. R., O'Hara R. B., Simpson G.L., Solymos P., Stevens M. H. H., Wagner H.* vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-1. http://CRAN.Rproject.org/package=vegan. 2011.

19. *Parviainen J., Bücking W., Vandekerkhove K., Schuck A., Päivinen R.* Strict forest reserves in Europe: efforts to enhance biodiversity and research on forests left for free development in Europe // Forestry. 2000. V. 73. No. 2. P. 107-118.

20. *Plotkin A.A., Foster D.R.* Sustaining long-term research through changing times at the Harvard Forest // Long-term silvicultural & ecological studies: results for science and management. Yale University, 2006. P. 41-52.

21. R: a language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing. Vienna, Austria. R Development Core Team. http://www.R-project.org. 2011.

THE EFFECT OF LANDSCAPE PATTERN ON FOREST VEGETATION DYNAMICS IN THE RESERVE "VORONEZHSKIY'

© 2012 E.A. Starodubtseva [1], L.G. Khanina [2], V.E. Smirnov [2]

[1]State Nature Reserve "Voronezhskiy"
[2]Institute of Mathematical Problems in Biology of Russian Academy of Sciences

We investigate 80-years vegetation dynamics in the Voronezhskiy Nature Reserve in view of landscape pattern of the area. We differ autogenic and allogenic succession in vegetation and investigate their features in different landscape units.

Keywords: *Nature Reserve, long-term vegetation dynamics, landscape pattern, autogenic and allogenic succession.*

Starodubtseva, Elena, Candidate Sci., Deputy Director of the Voronezhskiy Nature Reserve. E-mail: starodbtsv@gmail.com; *Khanina, Larisa*, Candidate Sci., Head of Laboratory of Computational Ecology, Institute of Mathematical Problems in Biology of Russian Academy of Sciences. E-mail: lkhanina@rambler.ru; *Smirnov, Vadim*, Candidate Sci., Senior Scientific Researcher, Institute of Mathematical Problems in Biology of Russian Academy of Sciences. E-mail: vesmirnov@rambler.ru

УДК 581.526.3(470.13)

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ МАЛЫХ ОЗЁР ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

© 2012 Б.Ю. Тетерюк

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

Приведены и проанализированы сведения о ценотической структуре растительного покрова малых озёр Европейского Северо-Востока России. Показано её изменение на широтном градиенте.

Ключевые слова: *флористическая классификация*, *растительность водоёмов, малые озёра*.

Территория Европейского Северо-Востока России отличается обилием поверхностных вод, сосредоточенных в водотоках и водоёмах самого разнообразного характера [1]. Наибольшего развития достигает густая речная сеть, основу которой составляют такие крупные реки как Печора, Вычегда, Мезень и Вашка. Озёрность территории не велика. Суммарная площадь озёр составляет около 0.5% от площади региона [2]. Характер распределения озёр весьма не равномерный: их количество заметно увеличивается по направлению к северу. Наибольшее количество озёр сосредоточено в долинах рек – на поймах или в понижениях надпойменных террас.

Цель настоящего исследования: выявление и анализ закономерностей изменения состава и структуры растительного покрова водоёмов Европейского Северо-Востока России, вызванных изменениями ландшафтных и природно-климатических условий вдоль широтного градиента.

В соответствии с основной задачей исследования проведён анализ растительности малых озёр южнотундровой подзоны (Воркутинская тундра, 9 озёр), северотаёжной подзоны (левобережная часть бассейна среднего течения реки Печора, 9 озёр) и среднетаёжной подзоны (бассейн среднего течения реки Вычегда, 17 озёр). Большая часть изученных озёр среднетаёжной подзоны − старичные водоёмы и отчасти материковые озёра. В северотаёжной зоне обследованы старичные озёра. В южнотунровой – старичные и материковые (термокарстовые и ледниковые).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение растительного покрова малых озёр региона выполнено в период с 1999 по 2012 годы согласно методических разработок для гидроботанических исследований [3].

В основу работы положено более 400 полных геоботанических описаний. Описания выполнены на площадках размером от 10 до 100 м^2. Значение проективного покрытия дано по шкале Браун-Бланке [4]: «r» – вид чрезвычайно редок; «+» – вид редок и имеет малое покрытие; «1» – до пяти процентов; «2» – 6-25 %; «3» – 26-50%; «4» – 51-75%; «5» – 76-100%. Постоянство видов в геоботанических описаниях оценивалось по следующей шкале: I − до 20%; II – 21−40%; III – 41 – 60%; IV – 61 – 80%; V – 81 −100%.

При обработке геоботанических материалов использована интегрированная ботаническая информационная система IBIS 6.0 [5].

Классификация растительности озёр выполнена в соответствии с общими установками эколого-флористического направления [6, 7, 8, 9]. Номенклатура синтаксонов дана согласно «Международного кодекса фитосоциологической номенклатуры».

При характеристике синтаксонов использованы единые блоки диагностических видов без их подразделения на характерные и дифференциальные.

Тетерюк Борис Юрьевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. E-mail: b_teteryuk@ib.komisc.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Растительность малых озёр Европейского Северо-Востока России представлена 42 ассоциациями, и 2 безранговым сообществом из 6 классов, 11 порядков и 15 союзов эколого-флористической классификации.

Ценотическая структура растительного покрова малых озёр региона разных подзон имеет свои особенности (табл. 1).

Таблица 1.Сводная таблица ценотической структуры растительного покрова озёр

Синтаксон	Подзона		
	южная тундра	северная тайга	средняя тайга
Кл. ***PLATYOHYPNIDIO-FONTINALIETEA ANTIPYRETICA*** Phil. 1956	+	+	+
Пор. ***Leptodictyetalia riparii*** Phil. 1956	+	+	+
С. ***Fontinalion antipyreticae*** W. Koch 1936	+	+	+
Acc. ***Fontinalietum antipyreticae*** Greter 1936	–	+	+
Сооб. ***Warnstorfia exannulata***	+	–	–
Кл. ***LEMNETEA*** R.Tx. ex de Bolós et Masclans 1955	+	+	+
Пор. ***Lemnetalia*** R.Tx. ex de Bolós et Masclans 1955	+	+	+
С. ***Lemnion minoris*** R.Tx. ex de Bolós et Masclans 1955	+	+	+
Acc. ***Lemno–Spirodeletum polyrhizae*** W. Koch 1954	–	–	+
Acc. ***Lemnetum minoris*** Soó 1927	+	+	+
С. ***Lemnion trisulcae*** den Hartog et Segal 1964	+	+	+
Acc. ***Lemnetum trisulcae*** den Hartog 1963	+	+	+
Пор. ***Hydrocharitetalia morsus-ranae*** Rübel 1933	–	+	+
С. ***Hydrocharition*** Rübel 1933	–	–	+
Acc. ***Hydrocharito–Stratiotetum aloides*** (Van Langeendonck 1935) Westh. (1942) 1946	–	–	+
Acc. ***Hydrocharitetum morsus-ranae*** van Langendonck 1935	–	–	+
С. ***Ceratophyllion demersi*** den Hartog et Segal 1964	–	+	+
Acc. ***Ceratophylletum demersi*** Corillion 1957	–	+	+
Кл. ***UTRICULARIETEA INTERMEDIO–MINORIS*** den Hartog et Segal 1964	–	+	+
Пор. ***Lemno–Utricularietalia*** den Hartog et Segal 1964	–	+	+
С. ***Utricularion vulgaris*** Pass.1964	–	+	+
Acc. ***Lemno minoris–Utricularietum vulgaris*** Soó (1928) 1938	–	+	+
Пор. ***Utricularietalia intermedio–minoris*** Pietsch 1965	–	+	–
С. ***Sphagno– Utricularion*** Th. Müller et Görs 1960	–	+	–
Acc. ***Sparganietum minimi*** Schaaf 1925	–	+	–
Кл. ***POTAMOGETONETEA*** Klika in Klika et Novak 1941	+	+	+
Пор. ***Potamogetonetalia*** W. Koch 1926	+	+	+
С. ***Potamogetonion pectinati*** (W.Koch 1926) Oberd. 1957	+	+	+
Acc. ***Potamogetonetum compressi*** Tomascz.1979	–	–	+
Acc. ***Elodeo–Potamogetonetum alpini*** (Podb. 1967) Pass. 1994	–	+	+
Acc. ***Potamogetonetum praelongi*** (Sauer 1937) Hild 1959	–	–	+
Acc. ***Myriophylletum sibirici*** Taran 1995	+	+	–
Acc. ***Myriophylletum verticilati*** Soó ex Tomasz. 1977	–	–	+
Acc. ***Potamogetonetum perfoliati*** W.Koch 1926	+	+	+
Acc. ***Elodeetum canadensis*** Eggler ex Pass. 1964	–	–	+
Acc. ***Potamogetonetum graminei*** (W.Koch 1926) Pass. 1964	+	–	–
С. ***Nymphaeion albae*** Oberd. 1957	+	+	+
Acc. ***Polygono–Potamogetonetum natantis*** Soó 1964	–	+	+
Acc. ***Potamogetono–Polygonetum natantis*** Knapp et Stoffers 1962	–	+	+
Acc. ***Potamogetono–Nupharetum luteae*** Th. Müller et Görs 1960	–	+	+
Acc. ***Potamogetono–Nymphaeetum candidae*** Hejný 1978	–	+	+
Acc. ***Potamogetono–Nupharetum pumilae*** Oberd. ex Th. Müller et Görs 1960	–	+	+
Acc. ***Nupharetum spennerianae*** Teteryuk et Solm. 2003	–	+	–
Сооб. ***Sparganium hyperboreum***	+	–	–

Пор. ***Callitricho−Batrachietalia*** Pass. 1978	+	+	+
С. ***Batrachion aquatilis*** Pass. 1964	+	+	+
Acc. ***Lemno−Callitrichetum palusrtis*** A.Bobrov et Chemeris 2006	+	+	+
Acc. ***Lemno−Callitrichetum hermaphroditicae*** (Černohous et Husák 1986) Pass. 1992	–	–	+
Кл. ***PHRAGMITO−MAGNOCARICETEA*** Klika in Klika et Novak 1941	+	+	+
Пор. ***Phragmitetalia*** W.Koch 1926	+	+	+
С. ***Phragmition communis*** W.Koch 1926	+	+	+
Acc. ***Butometum umbellati*** (Konczak 1968) Philippi 1973	–	–	+
Acc. ***Phragmitetum communis*** Savich 1926	–	–	+
Acc. ***Equisetetum fluviatilis*** Steffen 1931	+	+	+
Acc. ***Colpodietum fulvi*** Sambuk 1930	+	–	–
Пор. ***Magnocaricetalia*** Pignatti 1953	+	+	+
С. ***Magnocaricion elatae*** W. Koch 1926	+	+	+
Acc. ***Phalaridetum arundinaceae*** W. Koch ex Libb. 1931	–	+	+
Acc. ***Calamagrostietum purpureae*** Taran 1995	–	+	+
Acc. ***Lythetrum salicaria*** Teteryuk 2012	–	–	+
Acc. ***Caricetum aquatilis*** Savich 1926	+	+	+
Acc. ***Caricetum gracilis*** Savich 1926	–	+	+
Acc. ***Carici aquatilis−Comaretum palustris*** Taran 1995	+	–	+
Acc. ***Caricetum rostratae*** Rübel 1912	–	+	+
Acc. ***Eleocharitetum palustris*** Shennikov 1919	–	+	–
С. ***Cicution virosae*** Hejny ex. Segal in Westh. et Den Held 1969	+	+	+
Acc.***Comaretum palustre*** Markov et al. 1955	+	+	+
Acc.***Menyanthetum trifoliatae*** Osvald 1923	–	+	+
Acc. ***Cicuto−Calletum palustris***	–	+	+
Пор. ***Oenanthetalia aquaticae*** Hejný in Kopecký et Hejný 1965	–	+	+
С. ***Oenanthion aquaticae*** Hejný ex Neuhäusl 1959	–	+	+
Acc. ***Hippuridetum vulgaris*** Pass. 1955	–	+	+
Acc. ***Sagittario−Sparganietum emersi*** R.Tx. 1953	–	+	+
Кл. ***AGROSTIDETEA STOLONIFERAE*** Oberd. et Müller in Müller 1961 ex Görs 1968	–	+	+
Пор. ***Agrostidetalia stoloniferae*** Obed. in Oberd. et al 1967	–	+	+
С. ***Potentilion anserinae*** R. Tx. 1947	–	+	+
Acc. ***Ranunculo repentis−Agrostitetum stoloniferae*** Oberd. et al 1967	–	+	+
Итого:			
Классов	4	6	6
Порядков	6	11	10
Союзов	9	14	14
Ассоциаций, включая безранговые сообщества	15	30	37

О том насколько сходны/различны растительные покровы озёр по составу ассоциаций можно судить по величине коэффициента их сходства (коэффициент Жаккара), который как видно из таблицы 2, имеет весьма низкие величины.

Наибольшее различие в составе ассоциаций наблюдается между растительностью малых озёр южнотундровой и среднетаёжной подзон (табл. 2). В пределах таёжной зоны региона в растительном покрове озёр набор ассоциаций сравнительно сходен.

Причины подзональных различий ценотической структуры озёр лежат прежде всего в различиях их флористической структуры. Многие виды, входящие в состав озёрных флор, находятся либо на границе своего распространения, либо в близи от него. Из 40 видов-ценозообразователей семь имеют северную границу распространения в среднетаёжной подзоне, девять видов – северную и один южную в северотаёжной подзоне, а один вид имеет южную границу на рубеже тундровой и таёжных зон. Всё вышесказанное находит свое отражение в ослаблении ценотической роли доминантов и содоминантов растительных сообществ на широтном градиенте, и как следствие – обуславливает различия в ценотической структуре малых озёр региона.

Таблица 2. Коэффициенты сходства (по Жаккару) состава ассоциаций и сообществ (К) и число общих ассоциаций и сообществ в озёрах (С)

Озёро		Южная тундра	Северная тайга	Средняя тайга
		К		
Южная тундра	С		0,23	0,21
Северная тайга		8		0,56
Средняя тайга		8	24	

Зональные особенности малых озёр таёжной зоны маркируются присутствием в их растительном покрове сообществ ассоциаций ***Lemno−Spirodeletum polyrhizae, Lythetrum salicaria,*** а тундровой зоны − ***Colpodietum fulvi*** и сооб. ***Sparganium hyperboreum***.

К ВОПРОСУ СОХРАНЕНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ И СООБЩЕСТВ

Из 41 ассоциации и 1 безрангового сообщества, слагающих растительные покровы малых озёр Европейского Северо-Востока России, восемь (***Lemno−Spirodeletum polyrhizae***, ***Hydrocharito−Stratiotetum aloides***, ***Lemno−Hydrochritetum morsus-ranae***, ***Potamogetonetum compressi***, ***Elodeetum canadensis***, ***Lythetrum salicaria***, ***Cicuto−Calletum palustris***, ***Sagittario−Sparganietum emersi***) находятся на границе своего северного распространения, и две – южного (***Colpodietum fulvi*** и сооб. ***Sparganium hyperboreum***). Ценозы трёх ассоциаций (***Nupharetum spennerianae***, ***Lythetrum salicaria*** и антропохорная ***Elodeetum canadensis***) имеют в регионе низкую частоту встречаемости (регионально редкие).

Сообщества ассоциации ***Potamogetono−Nymphaeetum candidae*** нуждаются в охране как уязвимые, находящиеся в регионе на границе своего распространения.

Ценофлоры четырёх ассоциаций содержат в своем составе редкие виды (*Thelypteris palustris* Schott и *Carex pseudocyperus* L. и *Nymphaea tetragona* Georgi), включённые в региональную Красную книгу [11].

Для сохранения ценопопуляций редких видов растений, а также редких растительных сообществ создаётся база данных, в которую вносятся их основные характеристики сведения о их эко- и биотопах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Растительность малых озёр Европейского Северо-Востока России России представлена 42 ассоциациями, и 1 безранговым сообществоми из 5 классов, 10 порядков и 15 союзов эколого-флористической классификации: ***Lemnetea*** (6 асс.), ***Utricularietea intermedio−minoris*** (2 асс.), ***Potamogetonetea*** (16 асс., 1 сооб.), ***Phragmito−Magnocaricetea*** (15 асс.), ***Agrostidetea stoloniferae*** (1 асс.).

Ценотическая структура малых озёр каждой подзоны имеет свои особенности, отражающие зональное положение озёр. Зональные особенности малых озёр таёжной зоны маркируются присутствием в их растительном покрове сообществ ассоциаций ***Lemno−Spirodeletum polyrhizae, Lythetrum salicaria,*** а тундровой зоны ***Colpodietum fulvi*** и сооб. ***Sparganium hyperboreum***.

Из 40 видов-ценозообразователей семь имеют северную границу распространения в среднетаёжной подзоне, девять видов – северную и один южную в северотаёжной подзоне, а один вид имеет южную границу на рубеже тундровой и таёжных зон. Всё вышесказанное находит свое отражение в ослаблении ценотической роли доминантов и содоминантов растительных сообществ на широтном градиенте, и как следствие – обуславливает различия в ценотической структуре малых озёр региона.

Сообщества ассоциации ***Potamogetono−Nymphaeetum candidae*** нуждаются в охране как уязвимые, находящиеся в регионе на границе своего распространения. Ценофлоры четырёх ассоциаций содержат в своем составе редкие виды (*Thelypteris palustris* Schott и *Carex*

pseudocyperus L. и *Nymphaea tetragona* Georgi), включённые в региональную Красную книгу [11].

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект №10-04-01562-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас по климату и гидрологии Республики Коми. М.: Дрофа; ДиК, 1997. 116 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.3. Северный край / Под ред. И.М. Жила, Н.М. Алюшинской. Л., 1972. 663 с.
3. *Катанская В.М.* Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР.Методы изучения. Л.: Наука, 1981. 187 с.
4. *Becking R.* The Zurich-Montpellier school of phytosociology // Bot. Rev. Vol. 23. № . 1957. P.411–488.
5. *Зверев А.А*. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова: Учебное пособие. Томск, 2007. 304 с.
6. *Braun-Blanquet J*. Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde. 3 Aufl.Wien; New York: Springer-Verlag, 1964. 865 S.
7. *Александрова В. Д.* Классификация растительности. Обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах. Л., 1969.275 с.
8. *Westhoff V., van den Maarel E.* The Braun-Blanquet approach // Classification of plant communities. Ed. R.H.Whittaker. The Hague. 1978. P. 287−399.
9. *Миркин Б. М., Наумова Л. Г.* Наука о растительности (история и состояние основных концепций). Уфа, 1998. 413 с.
10. *Вебер Х.Э., Моравец Я. Терийя Ж.-П.* Международный кодекс фитосоциологической номенклатуры. 3-е издание // Растительность России. СПб, № 7. 2005.С. 3–38.
11. *Красная* книга Республики Коми. 2009. Сыктывкар, 792 с.

VEGETATION OF SMALL LAKES OF EUROPAEAN NORTH-EAST OF RUSSIA

© 2012 B.Yu. Teteryuk

Institute of biology Komi Science Centre Ural Branch RAS, Syktyvkar

Data on the coenotic structure of small lakes in the European North-East of Russia is presented and analyzed. Change of the coenotic structure on latitudinal gradient is shown.

Key words: *Braun-Blanquet approach, vegetation of water-bodies, small lakes*.

Teteryuk Boris Yurievich, Candidate of Biology, senior research fellow. E-mail: b_teteryuk@ib.komisc.ru

УДК 581.526.3 (571.53/55)

СИНТАКСОНОМИЧЕСКИЙ ОБЗОР ВОДНОЙ И ОКОЛОВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ

© 2012 В.В. Чепинога

Иркутский государственный университет, Иркутск
Albrecht-von-Haller-Institute for Plant Sciences, University of Göttingen, Göttingen, Germany

На основе данных оригинальных исследований и литературных данных составлен продромус водной и околоводной растительности Байкальской Сибири. Классификация выполнена в соответствии с традициями подхода Ж. Браун-Бланке. Выявлено 108 ассоциаций и 2 безранговых сообщества, отноящихся к 21 союзу, 13 порядкам и 6 классам. Растительность Байкальской Сибири охватывает не менее 80 % разнообразия водной растительности территории Сибири в целом.

Ключевые слова: *подход Браун-Бланке, классификация растительности, Южная Сибирь*.

Байкальская Сибирь – это регион Южной Сибири, в пределах которого располагается российская часть водосборного бассейна оз. Байкал. Байкальская Сибирь включает территорию Иркутской области, Республики Бурятия и Забайкальского края (бывшей Читинской области) (рис. 1).

В период с 2002 по 2010 гг. нами было предпринято изучение водной и околоводной растительности южной части Байкальской Сибири почти на всем протяжении региона с запада на восток (рис. 1). Выполнено более 2400 геоботанических описаний растительности водоемов и водотоков различного происхождения и трофности. Существенная помощь при сборе материала была оказана студентами и аспирантами Иркутского государственного университета (А. В. Верхозина, М. Е. Инешина, С. А. Росбах) и немецкими студентами, приезжавшими на полевую практику в Иркутск: B. Voges (2006; Münster), A. Hof (2007; Göttingen), Ch. Stumpf-Therre (2007; Trier). Порядка 345 описаний было заимствовано из литературы [4, 18, 21, 25–26, 30]. Другие известные нам публикации, посвященные водной и околоводной растительности, написаны в форме очерков без конкретных геоботанических описаний и дают лишь общее представление о тех или иных типах растительных сообществ [1–3, 5–15, 17, 19–20 и др.].

Классификация растительности выполнена в соответствии с традициями подхода Ж. Браун-Бланке [24, 33]. При этом мы придерживались узкого понимания ассоциации (без выделения субассоциаций) и практиковали выделение ассоциаций водной растительности на основе доминирования одного вида [см. 22]. Обработка данных и классификация проводилась с использованием пакета программ IBIS [16]. При помощи количественных методов, реализованных в программе Juice [31] и алгоритмов, использованных в работах чешских геоботаников [27–29], выявлялись и тестировались диагностические, константные (постоянные) и доминантные виды синтаксонов.

В последнее время многие исследователи [см. напр. 23, 29] стали уделять пристальное внимание вопросам номенклатуры синтаксонов и последовательности в применении правил Международного кодекса фитосоциологической номенклатуры [32]. Это позволило исправить многие широко использовавшиеся названия, удалив из них поздние омонимы и невалидные названия.

По результатам исследований составлен продромус растительности, включащий 108 ассоциаций и 2 безранговых сообщества, относящихся к 21 союзу, 13 порядкам и 6 классам. В конспект включены, в основном, только те типы сообществ, по которым имеются конкретные геоботанические описания. Однако в нескольких случаях сделано исключение и учтены типы сообществ, по которым у нас нет описаний, но они указываются другими иссле-

Чепинога Виктор Владимирович, канд. биол. наук, доцент кафедры ботаники Иркутского государственного университета, E-mail: Victor.Chepinoga@gmail.com

дователями для Байкальской Сибири (**Potametum crispo-obtusifolii** Sauer 1937, **Isoëtetum echinosporae** Koch ex Oberdorfer 1957 nom. mut. prop., **Callitricho-Subularietum aquaticae** Daniëls et Wilhelm 2001 nom. prov.). Два таких типа сообществ (*Caulinia flexilis, Nitella syncarpa*) приняты нами в качестве безранговых сообществ, поскольку для них не известно валидно опубликованного названия соответствующих ассоциаций. Ниже приводим список высших единиц классификации от класса до союза включительно. Для союзов указано число входящих в них ассоциаций и безранговых сообществ.

Рис. 1. Расположение участков полевых исследований 2002–2010 гг. на территории Байкальской Сибири.

Класс **Lemnetea** de Bolòs et Masclans 1955
  Порядок **Lemnetalia** de Bolòs et Masclans 1955
    Союз **Lemnion minoris** de Bolòs et Masclans 1955 – 5 acc.
  Порядок **Utricularietalia** den Hartog et Segal 1964
    Союз **Utricularion vulgaris** Passarge 1964 – 1 acc.
  Порядок **Ceratophyllo-Hydrocharitetalia morsus-ranae** Chepinoga et Rosbakh ord. nov. prov.
    Союз **Hydrocharition morsus-ranae** (Passarge 1964) Westhoff et den Held 1969 – 2 acc.
Класс **Potametea** Klika in Klika et Novák 1941
  Порядок **Potametalia** W. Koch 1926

Союз **Nymphaeion albae** Oberdorfer 1957 – 10 acc.
Союз **Potamion** Miljan 1933 – 22 acc. + 1 сообщ.
Союз **Ruppion maritimae** Braun-Blanquet ex Soó 1947 – 1 acc.
Порядок **Fontinaletalia antipyreticae** von Hübschmannn 1957
Союз **Fontinalion antipyreticae** W. Koch 1936 – 5 acc.
Союз **Ranunculion aquatilis** Passarge 1964 – 3 acc.
Класс **Charetea fragilis** Fukarek ex Krausch 1964
Порядок **Charetalia hispidae** Sauer ex Krausch 1964
Союз **Charion fragilis** (Sauer 1937) Krausch 1964 – 3 acc.
Порядок **Nitelletalia flexilis** Krause 1969
Союз **Nitellion flexilis** Krause 1969 – 1 сообщ.
Класс **Littorelletea uniflorae** Br.-Bl. et Tüxen ex Westhoff et al. 1946
Порядок **Littorelletalia uniflorae** W. Koch 1926
Союз **Littorellion uniflorae** Koch ex Tüxen 1937 – 2 acc.
Союз **Eleocharition acicularis** Pietsch ex Dierßen 1975 – 5 acc.
Союз **Deschampsion litoralis** Oberdorfer et Dierßen in Dierßen 1975 – 1 acc.
Порядок **Utricularietalia intermedio-minoris** Pietsch 1965
Союз **Sphagno-Utricularion** Müller et Görs 1960 – 1 acc.
Класс **Phragmito-Magno-Caricetea** Klika in Klika et Novák 1941
Порядок **Phragmitetalia australis** Koch 1926
Союз **Phragmition australis** Koch 1926 nom. mut. prop. [29] – 9 acc.
Союз **Eleocharito palustris-Sagittarion sagittifoliae** Passarge 1964 – 7 acc.
Союз **Meliloto dentati-Bolboschoenion maritimi** Hroudová et al. 2009 – 3 acc.
Порядок **Nasturtio officinalis-Glycerietalia fluitantis** Pignatti 1953
Союз **Glycerio-Sparganion** Br.-Bl. et Sissingh in Boer 1942 – 3 acc.
Порядок **Magno-Caricetalia** Pignatti 1953
Союз **Carici-Rumicion hydrolapathi** Passarge 1964 – 6 acc.
Союз **Magno-Caricion elatae** Koch 1926 – 12 acc.
Класс **Bidentetea tripartitae** Tüxen et al. ex von Rochow 1951
Порядок **Bidentetalia tripartitae** Br.-Bl. et R. Tx. Ex Klika et Hadač 1944
Союз **Bidention tripartitae** Nordhagen ex Klika et Hadač 1944 – 7 acc.

Водная и околоводная растительность Байкальской Сибири весма разнообразна. Преимущественно, она сложена широко распространенными циркумполярными и евразиатскими ассоциациями. Однако в ряде случаев обогащение осуществляется за счет наложения ареалов викариантных (**Caricetum vesicariae** Chouard 1924 – **Caricetum vesicatae** Mirkin et al. 1985), евросибирских (напр., **Nymphaeo albae-Nupharetum luteae** Nowiński 1927 nom. mut. prop., **Nymphaeetum candidae** Miljan 1958, **Typhetum latifoliae** Nowiński 1930) и восточно-азиатских (напр., **Brasenio schreberi-Nymphaeetum tetragonae** Okuda in Miyawaki 1983, **Potametum maackiani** Chepinoga et al., ass. nov. prov.) ассоциаций, находящихся в Байкальской Сибири на границе своего ареала. Крайне слабо, что характерно для гидрофильной растительности, выражен эндемичный элемент. Последний, практически представлен единственной ассоциацией **Deschampsio turczaninowii-Caricetum juncellae** Chytrý et al. 1993, объединяющей сообщества *Deschampsia turczaninowii* Litv., вида эндемичного для побережий оз. Байкал. В целом же, европейское влияние на сложение водной и околоводной растительности ощущается более сильно, нежели восточноазиатское.

Интересно оценить, насколько выявленное разнообразие сообществ Байкальской Сибири отражает таковое Сибири в целом. Для упрощения задачи ограничимся только водной растительностью классов **Lemnetea**, **Potametea**, **Charetea fragilis** и **Littorelletea uniflorae**. Мы отобрали виды, распространенные в Сибири и не охваченные нашей классификацией, которые могут явиться потенциальными (или уже являются) диагностическими видами соответствующих ассоциаций. Таких видов оказалось 32 (харовые

водоросли учтены лишь отчасти!). Как минимум половина этих видов крайне редки на территории Сибири и могут быть исключены из анализа. Таким образом, общее количество ассоциаций водной растительности, которое очевидно может быть обнаружено в Сибири составляет, как минимум, 77, а выявленные нами ассоциации охватывают 80 % этого разнообразия.

Выражаю искреннюю благодарность О. А. Аненхонову (Улан-Удэ) и Р. Е. Романову (Новосибирск) за предоставление некоторых неопубликованных данных. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 05-05-64061-а, 10-04-91159-ГФЕН-а, 12-04-00161-а), Федеральной программы «Развитие научного потенциала высшей школы» (проект № РНП.2.2.3.1.4667) и программы «Erasmus Mundus-2010» (проект № TRIPLEI2010-364).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Азовский М.Г.* 1986. Растительность озер Баргузинской долины // Озера Баргузинской долины. Новосибирск. С. 141–148.

2. *Азовский М.Г.* 2006. Особенности распространения высшей водной растительности вдоль западного берега озера Байкал // География и природ. ресурсы. № 3. С. 62–68.

3. *Азовский М.Г.* 2007. Особенности распространения высших водных растений вдоль восточного берега озера Байкал // География и природ. ресурсы. № 2. С. 59–64.

4. *Аненхонов О.А.* 2003. Синтаксономия союза **Caricion appendiculatae** Akhtyamov et al. 1985 (**Calamagrostietea langsdorfii**) в Северном Забайкалье // Растительность России. № 5. С. 3–18.

5. *Базарова Б.Б., Пронин Н.М.* 2006. Динамика и современное состояние водной растительности Чивыркуйского залива оз. Байкал // Сиб. экол. журн. № 6. С. 767–772.

6. *Гагарин П.К.* 1977. Водная растительность прибрежных участков // Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала. Новосибирск. С. 142–148.

7. *Гагарин П.К., Галкина Н.В., Гранина Г.Т.* 1988. Растительность прибрежных озер Южного Байкала // Растительность хребта Хамар-Дабан. Новосибирск. С. 31–43.

8. *Гагарин П.К., Галкина Н.В.* 1991. Высшая водная растительность залива Мухор (оз. Байкал) // География и природ. ресурсы. № 4. С. 92–98.

9. *Гагарин П.К., Галкина Н.В.* 1994. Высшая водная растительность в материковых бухтах пролива Ольхонские Ворота // География и природ. ресурсы. № 4. С. 64–71.

10. *Голоскоков В.Г.* 1961. Водная растительность озер дельты р. Селенги // Учен. зап. Бурят. пед. института. Сер. Биология. Вып. 24. С. 17–27.

11. *Гранина Г.Т.* 1974. К геоботанической характеристике дельты р. Селенги // Биол. исследования озер Вост. Сибири. Лиственничное на Байкале. С. 5–10.

12. *Гранина Г.Т.* 1981. Высшая водная растительность озера Иркана // Озера Прибайкальского участка зоны БАМ. Новосибирск. С. 168–174.

13. *Дулепова Б.И.* 1962а. Водная растительность Южного и Юго-Западного Прибайкалья // Изв. Иркутского сель.-хоз. института. Иркутск. Т. 2. Вып. 19. С. 291–305.

14. *Дулепова Б.И.* 1962б. Растительность озера Цветковского // Бот. журн. Т. 47. № 7. С. 1040–1045.

15. *Дулепова Б.И.* 1985. Водная растительность // Г. А. Пешкова. Растительность Сибири. Предбайкалье и Забайкалье. Новосибирск. С. 95–102.

16. *Зверев А.А.* 2007. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова: Учебное пособие. Томск. 304 с.

17. *Золотарева Л.Н.* 1981. Высшая водная растительность оз. Арахлей // Биол. продуктивность оз. Арахлей (Забайкалье). Новосибирск. С. 31–41.

18. *Коновалов Н.А.* 1930. Очерк растительности дельты р. Селенги // Тр. Комиссии по изучению озера Байкал. Л. Т. 3. С. 159–192.

19. *Паутова В.Н.* 1973. Высшая водная растительность на мелководьях озера Байкал // Круговорот вещества и энергии в озерах и водохранилищах. Лиственичное на Байкале. Вып. 1. С. 142–144.

20. *Паутова В.Н.* 1974. Высшая водная растительность озера Байкал // Продуктивность Байкала и антропогенные изменения его природы. Иркутск. С. 17–26.

21. *Савич Н.М.* 1967. Посольское болото // Геоботанические исследования на Байкале. М. С. 302–342.

22. *Чепинога В.В., Росбах С.А.* Свободно плавающая растительность класса **Lemnetea** на территории Байкальской Сибири // Растительность России. 2012. (в печати).

23. *Berg C., Dengler J., Abdank A., Isermann M.* (eds) 2004. Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung. Textband. Weissdorn-Verlag, Jena. 606 S.

24. *Braun-Blanquet J.* 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3 Aufl. Vien; New York. 865 S.

25. *Chytrý M., Pešout P., Anenchonov O.A.* 1993. Syntaxonomy of vegetation of Svjatoj Nos peninsula, lake Baikal. 1. Non-forest communities // Folia Geobotanica et Phytotaxonomica. V. 28. № 3. P. 337–383.

26. *Chytrý M., Anenchonov O. A., Danihelka J.* 1995. Plant communities of the Bol`šoj Čivyrkuj River Valley, Barguzinskij Range, East Siberia // Phytocoenologia. V. 25, № 3. P. 399–434.

27. *Chytrý M.* (ed.) 2007. Vegetace České republiky. 1. Travinná a keříčková vegetace. Praha. 528 s.

28. *Chytrý M.* (ed.) 2009. Vegetace České republiky. 2. Ruderální, plevelová, skalní a suťová vegetace. Praha. 520 s.

29. *Chytrý M.* (ed.) 2011. Vegetace České republiky. 3. Vodní a mokřadní vegetace. Praha. 828 s.

30. *Kaplan Z.* 1995. Genus *Potamogeton* on the Svjatoj Nos isthmus and in the Barguzinskaja valley, lake Baikal // Siberian Naturalist. Praha. V. 1. P. 73–89.

31. *Tichý L.* 2002. JUICE, software for vegetation classification // J. Veg. Sci. V. 13. P. 451–453.

32. *Weber H.E., Moravec J., Theurillat J.-P.* 2000. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition // J. Veg. Sci. V. 11. P. 739–768.

33. *Westhoff V., Maarel E. van den.* 1973. The Braun-Blanquet approach // Handbook of vegetation science. V. Ordination and classification of plant communities. P. 287–399.

SYNTAXONOMICAL SURVAY OF AQUATIC AND WETLAND VEGETATION IN BAIKAL SIBERIA

© 2012 Victor V. Chepinoga

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia
Albrecht-von-Haller-Institute for Plant Sciences, University of Göttingen, Göttingen, Germany

For syntaxonomical survey of aquatic and wetland vegetation of Baikal Siberia original and published phytosociological relevés have been used. Classification of the vegetation is performed according to the approach of G. Braun-Blanquet. The full list of sintaxa includes 108 associations and 2 unranked communities belonging to 21 alliances, 13 orders and 6 classes. Vegetation of Baikal Siberia covers at least 80 % of aquatic vegetation diversity of Siberia as a whole.

Key words: *Braun-Blanquet approach, classification of vegetation, Southern Siberia*.

УДК 581.55

ВТОРИЧНАЯ ТРАВЯНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ В ОКРЕСТНОСТЯХ БИОСТАНЦИИ «ЧИСТЫЙ ЛЕС» (ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ, ТОРОПЕЦКИЙ РАЙОН)

© 2012 О.В. Чередниченко

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Выполнены синтаксономический и ординационный анализы травяной растительности заброшенных сельхозугодий в окрестностях биостанции «Чистый лес». За период восстановления в режиме залежи (около 20 лет) на исследованной территории сформировалась луговая растительность, в целом укладывающаяся в существующие классификационные схемы. С использованием ординационного подхода показаны различия в экологической приуроченности установленных синтаксонов.

Ключевые слова: *травяная растительность, синтаксономия, ординационный подход, восстановительные сукцессии, Тверская область.*

Снижение интенсивности хозяйственной деятельности, произошедшее в последние десятилетия, привело к значительным сменам в растительном покрове, обусловленным различными вариантами сукцессий. Цель нашего исследования – выявить разнообразие и закономерности распределения травяной растительности поздних стадий сукцессий на заброшенных землях в окрестностях Торопецкой биостанции «Чистый лес» (Тверская область, Торопецкий район). Рудеральную растительность ранних сукцессионных стадий мы не рассматривали. Нами обследованы заброшенные сельхозугодья около деревень Косилово, Чистое и Бубоницы.

В основу работы положены 60 геоботанических описаний, выполненных в июле 2011 года на месте бывших полей, заброшенных 15-20 лет назад, и на территории деревень. Геоботанические описания делали на пробных площадках стандартного размера (100 м^2). Обилие видов оценивали по шкале Браун-Бланке (Braun-Blanqet, 1964). Общее проективное покрытие (ОПП) травостоя в описании определяли в процентах. Среднюю высоту травостоя измеряли на уровне наибольшего развития растительной массы. Ботаническая номенклатура дана по С.К. Черепанову (1995).

Синтаксономический анализ выполнен в соответствии с общими установками метода Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964; Миркин, Наумова, 1998; Миркин и др., 2001), в ряде случаев использован дедуктивный подход K. Kopecki и S. Hejny (1974). В ходе классификационных процедур было отбраковано 4 описания. Для ординации был использован непрямой метод – анализ соответствий с удаленным трендом (Detrended correspondence analysis, DCA), реализованный в программном пакете PC-ORD (McCune, Grace, 2002). Интерпретация осей ординации была проведена по составу концевых групп описаний с использованием следующих параметров: ОПП, проективное покрытие (ПП) мхов, ПП лишайников, высота травостоя, число видов в описании.

Продромус растительных сообществ:

Класс ***Molinio-Arrhenatheretea*** TX. 1937 em Tx. 1970
Порядок ***Molinietalia*** Koch 1926
Союз ***Filipendulion*** (Br.-Bl. 1947) Lohm. ap. Oberd. 1967
ассоциация ***Lysimachio vulgaris-Filipenduletum ulmariae*** Bal.-Tul. 1968 (1)
Порядок ***Arrhenatheretalia*** Pawl.1928
Союз ***Cynosurion*** Tx. 1947

Чередниченко Оксана Владимировна, кандидат биологических наук. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, кафедра геоботаники, биологический факультет. Ассистент. E-mail: *sciapoda@mail.ru*.

ассоциация ***Anthoxantho-Agrostietum tenuis*** Sillinger 1933 em Jurco 1969 (2)
ассоциация ***Deschampsio-Agrostietum tenuis*** Bulokhov 1990 (3)
Союз ***Festucion pratensis*** Sipajlova et al.
базальное сообщество ***Bromopsis inermis*** (4)
Класс ***Koelerio-Corynephoretea***
Порядок ***Sedo-Scleranthetalia*** Br.-Bl. (1947) 1955
Союз ***Hyperico perforatae-Scleranthion perennis*** Moravec 1967
дериватное сообщество ***Solidago virgaurea-Rumex thyrsiflorus*** [***Koelerio-Corynephoretea/ Molinio-Arrhenatheretea***]
вариант ***Festuca pratensis*** (5)
вариант ***Chamerion angustifolium*** (6)
вариант ***Cladonia rei*** (7)

Краткая характеристика установленных синтаксонов приведена в таб. 1.

Ассоциация ***Lysimachio vulgaris-Filipenduletum ulmariae***. Диагностические виды: *Filipendula ulmaria, Lysimachia vulgaris*. Ассоциация объединяет высокотравные сообщества с абсолютным доминированием таволги вязолистной. По литературным данным сообщества этой ассоциации распространены в притеррасной части пойм, реже, по низинам на междуречьях на влажных, слабокислых, умеренно обеспеченных азотом почвах (Булохов, 2001; Булохов, Харин, 2008). В окрестностях биостанции «Чистый лес» эти фитоценозы занимают низины, берега водотоков, том числе на территории населенных пунктов. В настоящее время эти фитоценозы никак не используются. Возможно, раньше сообщества такого типа использовались как сенокосы и пастбища. Эти сообщества, имеют мозаичную структуру: куртины таволги чередуются с низкотравными участками. Высота травостоя до 190 см, ОПП 95-100 %. За счет мозаичности число видов в описании варьирует от 22 до 57 видов. Среднее число видов на 100 м^2 - 35. К этой ассоциации нами отнесены 8 описаний.

Таблица 1. Сокращенная синоптическая таблица синтаксонов травяной растительности

Порядковый номер синтаксона	**1**	**2**	**4**	**3**	**5**	**6**	**7**
Число описаний	8	20	2	3	6	7	10
Среднее ОПП, %	99	87	90	88	77	78	54
Средняя высота травостоя	147	85	80	91	82	93	64
Среднее число видов на площадку*	35	52	44	39	40	29	25
Ассоциация ***Lysimachio vulgaris-Filipenduletum ulmariae***							
Filipendula ulmaria	V	II	III	.	.	.	.
Lysimachia vulgaris	V	II	.	.	.	.	.
Ассоциация ***Anthoxantho-Agrostietum tenuis***							
Anthoxanthum odoratum	I	V	.	II	I	I	I
Agrostis tenuis	I	V	V	IV	V	V	V
Ассоциация ***Deschampsio-Agrostietum tenuis***							
Deschampsia caespitosa	IV	V	V	II	.	.	.
Базальное сообщество ***Bromopsis inermis***							
Bromopsis inermis	I	.	.	V	.	.	.
Сообщество ***Solidago virgaurea-Rumex thyrsiflorus***							
Solidago virgaurea	.	II	III	.	V	V	V
Rumex thyrsiflorus	.	I	.	.	V	V	V
Вариант ***Festuca pratenisis***							
Knautia arvensis	.	III	.	IV	V	II	.
Oberna behen	.	.	.	.	V	.	.

Trifolium medium	II	V	V	IV	V	.	I
Linaria vulgaris	.	.	.	IV	V	.	I
Arenaria serpyllifolia	.	.	.	.	IV	.	I
Вариант ***Chamerion angustifolium***							
Chamerion angustifolium	I	I	.	.	I	V	I
Вариант ***Cladonia rei***							
Cladonia rei	.	.	.	.	III	II	V
Brachythecium albicans	.	I	.	.	IV	I	V
Диагностические виды кл. ***Molinio-Arrhenatheretea*** и пор. ***Arrhenatheretalia***							
Achillea millefolium	II	V	V	V	V	V	IV
Alopecurus pratensis	.	I	.	.	.	.	.
Festuca pratensis	III	V	V	V	V	.	.
Festuca rubra	I	I	III	II	V	V	V
Elytrigia repens	V	III	V	.	V	III	III
Centaurea jacea	II	V	V	V	V	III	I
Cerastium holosteoides	.	I	.	II	.	III	.
Galium mollugo	II	V	V	V	I	.	I
Lathyrus pratensis	V	IV	V	V	I	.	.
Leucanthemum vulgare	I	V	V	V	III	I	.
Poa pratensis	II	II	.	.	.	.	.
Plantago lanceolata	.	V	V	V	II	.	I
Rumex acetosa	II	III	V	II	.	.	.
Rhinanthus minor	.	II	V	IV	.	.	.
Pimpinella saxifraga	.	III	III	II	V	III	I
Stellaria graminea	IV	V	V	V	IV	IV	I
Taraxacum officinale	II	IV	V	V	I	.	.
Trifolium pratense	I	IV	.	II	.	.	.
Vicia cracca	IV	V	V	V	IV	III	.
Диагностические виды порядка ***Molinietalia***							
Coccyganthe flos-cuculi	II	I	III	.	.	.	.
Equisetum palustre	I	.	.	.	.	.	.
Galium uliginosum	V	.	.	.	.	.	.
Amoria hybrida	II	IV	III	II	I	.	.
Ranunculus repens	II	IV	V	V	II	.	.
Bistorta major	.	I	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.
Диагностические виды союза ***Filipendulion***							
Geum rivale	V	III	.	.	.	.	.
Geranium palustre	V	III	III	II	.	.	.
Диагностические виды союза ***Cynosurion***							
Leontodon autumnalis	I	IV	V	.	.	.	.
Phleum pratense	IV	V	V	IV	V	IV	IV
Prunella vulgaris	II	IV	III	IV	I	I	.
Cynosurus cristatus	I	III	V	.	.	.	.
Carex nigra	I	I	.	.	.	.	.
Диагностические виды класса ***Koelerio-Corynephoretea*** и подчинённых единиц							
Artemisia campestris	.	I	.	.	V	IV	V
Jasione montana	.	.	.	.	IV	V	V
Rumex acetosella	.	I	.	.	V	V	V

Erigeron acris	.	.	.	.	IV	III	V
Hypochoeris radicata	.	.	.	.	IV	V	V
Hieracium pilosella	.	.	.	.	I	II	I
Polytrichum piliferum Hedw.	.	.	.	.	II	I	II
Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid.	.	.	.	.	I	.	III
Scleranthus annuus	.	.	.	.	.	II	III
Trifolium arvense	.	.	.	.	IV	.	IV
Helichrysum arenarium	.	.	.	.	I	.	.
Potentilla argentea	.	I	.	.	II	.	I
Veronica verna	.	.	.	.	I	.	I
Dianthus deltoides	.	I	.	.	II	.	.
Hypericum perforatum	.	I	.	.	II	.	.

Примечание:* - включая мхи и лишайники

Ассоциация ***Anthoxantho-Agrostietum tenuis*.** Диагностические виды: *Anthoxanthum odoratum, Agrostis tenuis*. Ассоциация объединяет вторичные послелесные мезофитные луга пастбищного, реже сенокосно-пастбищного использования на бедных слабокислых почвах. Среди европейских настоящих лугов ассоциация является одной из самых широко распространенных во всей зоне хвойно-широколиственных лесов (Ямалов, Баянов, 2008). На исследованной территории сообщества ассоциации распространены на выровненных поверхностях и пологих склонах. В настоящее время эти луга никак не используются, поэтому в их флористическом составе присутствует подрост деревьев, опушечные и лесные виды, что увеличивает их флористическое разнообразие. Среднее число видов в описании – 52. Проективное покрытие - 60–95 %, высота травостоя - 45–100 см. К этой ассоциации нами отнесены 20 описаний.

Ассоциация ***Deschampsio-Agrostietum tenuis***. Диагностические виды: *Deschampsia caespitosa*, *Agrostis tenuis*. По литературным данным сообщества ассоциации распространены в поймах рек и в нижних частях склонов морено-зандровых равнин на слабо обеспеченных азотом почвах (Булохов, 2001). На исследованной территории сообщества этой ассоциации описаны в нижней части пологого склона. Среднее число видов в описании – 45. Проективное покрытие – 90 %, высота травостоя – 70–90 см. К этой ассоциации нами отнесено 2 описания.

Базальное сообщество ***Bromopsis inermis*** **[Festucion pratensis]**. Высокотравное сообщество с абсолютным доминированием костра безостого. Флористическое ядро составляют типичные луговые мезофиты: *Dactylis glomerata, Festuca pratensis, Galium mollugo*. Низкая встречаемость видов союза *Cynosurion* позволяет отнести это сообщество к союзу *Festucion pratensis.* Сообщество описано нами на многолетней залежи рядом с деревней Бубоницы. Приурочено к локальным повышениям и верхним частям склонов. Среднее число видов в описании – 39. Проективное покрытие – 90 %, высота травостоя – 80–100 см. К этому сообществу нами отнесено 3 описания.

Дериватное сообщество ***Solidago virgaurea-Rumex thyrsiflorus*** [***Koelerio-Corynephoretea/ Molinio-Arrhenatheretea***]. Класс ***Koelerio-Corynephoretea*** объединяет травяные сообщества на слаборазвитых песчаных почвах и песках. Сообщества, отнесенные к этому классу, описаны нами на песчаных склонах вокруг озера Ручейское. В последние годы здесь наблюдается интенсивное возобновление сосны. Несколько лет назад эти сообщества занимали значительные площади, но в настоящее время они представляют собой поляны, разделенные куртинами перспективного соснового подроста. Подрост сосны возрастом 5-10 лет имел значительную встречаемость (65 %) в этой группе описаний. Помимо блока диагностических видов класса ***Koelerio-Corynephoretea***, во флористическом составе сообщества велико участие луговых видов (класс ***Molinio-Arrhenatheretea*).** Диагностические виды сообщества: *Solidago virgaurea, Rumex thyrsiflorus*. Всего в эту группу

вошли 23 описания. Сообщество включает 3 варианта, различающиеся по стадиям сукцессии и по приуроченности к элементам рельефа.

Вариант ***Festuca pratensis***. Сомкнутые фитоценозы на песках со значительным участием луговых видов: *Centaurea jacea, Festuca pratensis, Knautia arvensis, Pimpinella saxifraga*. На этих участках хорошо развит моховой покров с преобладанием *Pleurozium schreberi*. Сообщества этого варианта занимают нижние части пологих склонов (6 описаний). Возобновление сосны отмечено в 4 из 6 описаний. ОПП травяного покрова составляет 70-80%, высота травостоя - 50–90 см, среднее число видов в описании – 40.

Вариант ***Chamerion angustifolium***. Фон в травостое создают доминирующие *Solidago virgaurea, Rumex thyrsiflorus*. Кроме этих видов, встречаемость 100 % имеет *Chamerion angustifolium.* Моховой покров хорошо развит, в нем доминирует *Pleurozium schreberi* (Michx.) Trevis, кроме того, высокие встречаемость и ПП имеет *Polytrichum juniperinum* Hedw. Эти сообщества описаны на средних частях склонов (7 описаний). Здесь наблюдается наиболее интенсивное возобновление сосны – её подрост присутствовал в каждом описании. Это наиболее сомкнутые и высокотравные фитоценозы в пределах выделяемого нами дериватного сообщества. ОПП составляет 60-90 %, высота травостоя - 90–100 см, среднее число видов в описании – 29.

Вариант ***Cladonia rei***. Низкотравные сообщества с разреженным травостоем и со значительным участием мхов и лишайников. В моховом покрове доминирует *Brachythecium albicans* (Hedw.) Schimp., в лишайниковом - *Cladonia rei* Schaer. Встречаются участки обнаженной почвы. Здесь хорошо представлен блок диагностических видов класса ***Koelerio-Corynephoretea.*** Эти сообщества приурочены к локальным повышениям и верхним частям склонов (10 описаний). Встречаемость подроста сосны невелика, по-видимому, возобновление деревьев затруднено из-за сухости и бедности почвы. ОПП сосудистых растений составляет 15–70 %, высота травостоя - 35–90 см, среднее число видов в описании – 25.

Результаты ординационного анализа представлены на рис. 1. Первая ось ординации (собственное значение 0.68) отражает комплексный градиент почвенных условий - влажности и богатства. На рисунке видно, что вдоль этой оси увеличивается ПП мхов (MC) и лишайников (LC), и снижается ОПП (C) сосудистых растений. Таким образом, левая часть этой оси ординации представляет наиболее влажные и относительно богатые минеральным азотом местообитания. К ним приурочены сомкнутые высокотравные сообщества союза ***Filipendulion*** (порядок ***Molinietalia***) с доминированием таволги вязолистной. Средняя часть оси представляет синтаксоны мезофитных лугов, относящимся к союзам *Cynosurion* и *Festucion pratensis* (порядок ***Arrhenatheretalia***). В правой части оси, соответствующей наиболее сухим и бедным местообитаниям на песчаных почвах, расположен кластер описаний сообществ класса ***Koelerio-Corynephoretea***. Причем, крайнюю позицию занимает вариант ***Cladonia rei***, где отмечено наименьшее покрытие сосудистых растений, и значительную роль играют лишайники и мхи.

Вторая ось ординации (собственное значение 0.19) отражает увеличение высоты травостоя с одновременным уменьшением флористического разнообразия. В верхней части этой оси находятся описания фитоценозов с максимальной высотой травостоя (до 190 см) и минимальным числом видов (до 26). К нижней части этой оси приурочены низкотравные многовидовые сообщества (до 67 видов на 100 м^2).

Таким образом, на исследованной территории установлены синтаксоны, относящиеся к классам ***Molinio-Arrhenatheretea*** (вторичные луга) и ***Koelerio-Corynephoretea*** (травяные сообщества на слаборазвитых песчаных почвах и песках). В пределах класса ***Molinio-Arrhenatheretea*** представлены 2 порядка (***Arrhenatheretalia*** и ***Molinietalia***), 3 союза, 3 ассоциации и 1 базальное сообщество.

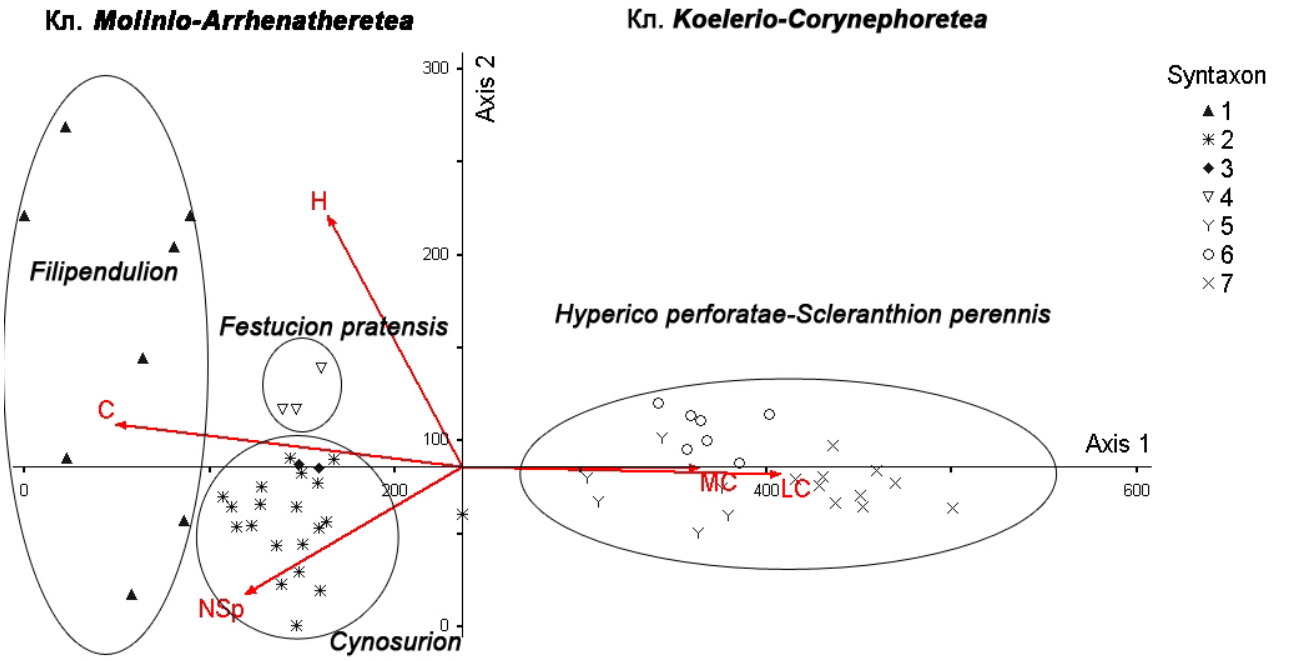


Рис. 1. Ординационная диаграмма описаний травяной растительности окрестностей Торопецкой биостанции «Чистый лес». Номера синтаксонов в легенде соответствуют номерам синтаксонов в продромусе. Nsp – число видов в описании, С – ОПП, Н – средняя высота травостоя, МС – ПП мхов, LC – ПП лишайников

Синтаксоны порядка ***Arrhenatheretalia*** представляют собой луговую растительность местообитаний с умеренным увлажнением на суглинистых почвах, восстановившуюся в режиме залежи. Синтаксоны порядка ***Molinietalia*** представляют собой растительность локальных понижений и берегов водотоков. В пределах класса ***Koelerio-Corynephoretea*** установлено 1 дериватное сообщество, для которого мы рассматриваем 3 варианта, различающиеся сукцессионным статусом и приуроченностью к элементам рельефа. В настоящее время исследованные травяные сообщества не используются. Отмечено восстановление древесных пород: березы, ольхи и ели в фитоценозах класса ***Molinio-Arrhenatheretea*** (союз ***Arrhenatheretalia***) на суглинистых почвах; сосны в сообществах класса ***Koelerio-Corynephoretea*** на сухих песчаных почвах. Следовательно, в этих местообитаниях имеет место смена травяной растительности древесно-кустарниковой. Во влажных высокотравных фитоценозах порядка ***Molinietalia*** не отмечено внедрения видов следующих сукцессионных стадий, что позволяет сделать вывод об устойчивости этих сообществ.

Автор выражает благодарность Е.А. Игнатовой за определение образцов мохообразных, Д.Е. Гимельбранту за определение образцов лишайников, Е.И. Курченко, А.П. Серёгину и Ю.Е. Алексееву за помощь в определении сложных групп сосудистых растений.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Минобрнауки РФ №16.740.111.0177.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Булохов А.Д.* Травяная растительность Юго-Западного Нечерноземья России. Брянск: Изд-во БГУ, 2001. 296 с.

2. *Булохов А.Д., Харин А.В.* Растительный покров Брянска и его пригородной зоны. Брянск: РИО, БГУ, 2008. 310 с.

3. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г.* Наука о растительности. Уфа: Гилем, 1998. 413 с.

4. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И*. Современная наука о растительности. М.: Логос, 2001. 264 с

5. *Черепанов С.К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

6. *Ямалов С.М., Баянов А.В.* О двух ассоциациях настоящих лугов Северо-Востока Республики Башкортостан // Растительность России. 2008. № 13. С. 82–92.

7. *Braun-Blanquet J.* Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde. 3 Anfl. Wien–New York: Springer – Verlag., 1964. 865 s.

8. *Kopecky, K., Heiny, S.* A new approach to the classification of anthropogenic plant communities // Vegetatio, 1974. Vol. 29. N 1. P. 17–20.

9. *McCune B., Grace J.B., Urban D.L.* Analysis of ecological communities. Glenden Beach, Oregon: MjM Software Design, 2002. 300 p.

SEMINATURAL GRASSLANDS ON ABANDONED AGRICULTURAL LANDS IN THE VICINITIES OF BIOLOGICAL RESEARCH STATION "CLEAN FOREST" (TVER PROVINCE, RUSSIA)

© 2012 O.V. Cherednichenko

Lomonosov Moscow State University

As a result of the syntaxonomical analysis, classification scheme is given. The 3 associations and 2 communities have been classified into 4 alliances: ***Cynosurion, Festucion pratensis, Filipendulion ulmariae*** and ***Hyperico-Scleranthion***, representing 2 classes, ***Molinio-Arrhenatheretea*** and ***Koelerio-Corynephoretea***. The ordination of relevés along the first two axes of DCA has showed a strong gradient of 2 main factors (moisture and nitrogen supply) along the first axis, and 3 factors light, number of species and herbage height along the second one. Formation of new tree canopy has been observed in the communities of the ***Cynosurion*** (*Betula spp., Alnus incana, Picea abies*) and ***Hyperico-Scleranthion*** (*Pinus sylvestris*) alliances.

Key words: *seminatural grasslands, syntaxonomy, ordination, succession, abandoned fields.*

Cherednichenko Oxana Vladimirovna, PhD. Lomonosov Moscow State University, Biological faculty, Department of geobotany. Assistant. E-mail: sciapoda@mail.ru

УДК 581.55

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИТОГИ СИНТАКСОНОМИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ СОЮЗА DICRANO-PINION

© 2012 П.С. Широких, В.Б. Мартыненко

Институт биологии Уфимского научного центра РАН, г. Уфа

Приводятся предварительные итоги синтаксономической коррекции союза ***Dicrano-Pinion***, который объединяет зеленомошные и лишайниково-зеленомошные сосновые леса Европы. При движении с запада на восток сообщества союза обедняются некоторыми видами с европейским ареалом, но на Урале в эти сообщества проникают виды сибирской флоры. Таким образом, целесообразно разделить союз ***Dicrano-Pinion*** на два подсоюза – ***Dicrano-Pinenion*** и ***Brachypodio-Pinenion***.

Ключевые слова: *бореальные сосновые леса, зеленомошники, союз Dicrano-Pinion, Южный Урал.*

Зеленомошные и лишайниково-зеленомошные сосновые леса имеют на Евразийском континенте протяженный ареал. В Европейской части большинство сообществ бореальных сосняков синтаксономисты относят к союзу ***Dicrano-Pinion*** (Libbert 1933) Matuszkiewicz 1962. По определению В. Матушкевича союз объединяет олиготрофные лишайниковые и моховые сосняки на песчаных и супесчаных почвах, распространенные в субконтинентальных и континентальных районах Средней и Восточной Европы [1]. Диагностическая группа видов в различных регионах варьирует. Так, в Чехии для диагноза используют комбинацию из 13 видов [2], в Польше из 7 видов [1], в России эта комбинация увеличена до 17 видов, что, как считают А.Д. Булохов и А.И. Соломещ [3], связано с расширением экологического диапазона исследованных лесов (к ним добавились сосняки зеленомошники на бедных кислых суглинистых оподзоленных почвах).

Объем союза также понимается фитоценологами по-разному. Некоторые признают союз ***Phyllodoco-Vaccinion*** Nord. 1936 с подсоюзами ***Cladonio-Pinenion*** K. Lund 1981 и ***Ledo-Pinenion*** K. Lund 1981, другие специалисты не признают самостоятельности этого союза и относят подсоюзы к союзу ***Dicrano-Pinion***. В связи с этим у разных авторов ассоциация ***Cladonio-Pinetum*** относится к разным союзам.

При обработке геоботанических описаний бореальных сосняков Южно-Уральского региона (ЮУР) выяснилось, что они имеют ряд различий. Сообщества, которые были описаны на бедных песчаных почвах (являющихся результатом ледниковых переотложений), распространенные на северо-западе Республики Башкортостан в долине реки Камы и устье реки Белой, очень близки к типичным для союза соснякам зеленомошникам. Однако сообщества, описанные в горно-лесной зоне, серьезно отличаются по флористическому составу от типичных, что связано с почвенно-гидрологическими условиями и экотонным эффектом, в результате которого в травяно-кустарничковом ярусе появляется много видов светлохвойных и мелколиственных гемибореальных травяных лесов класса ***Brachypodio pinnati-Betuletea pendulae*** Ermakov, Korolyuk et Lashchinsky 1991 [4]. Тем не менее, в монографии о лесах Башкирского заповедника подобные зеленомошники были отнесены к союзу ***Dicrano-Pinion*** [5].

В 1998 г. О.А. Аненхоновым и М. Хитри [6] описан новый союз олиготрофных и олигомезотрофных лишайниково-зеленомошных лесов обширных регионов Южной Сибири – ***Hieracio umbellati-Pinion sylvestris*** Anenkhonov et Chytrý 1998. Изначально он был отнесен к классу ультраконтинентальных криомезоксерофитных и ксерофитных гемибореальных лесов ***Rhytidio rugosi-Laricetea sibiricae*** Korotkov et Ermakov 1999. В пос-

Широких Павел Сергеевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории геоботаники и охраны растительности. E-mail: shirpa@mail.ru; *Мартыненко Василий Борисович*, доктор биол. наук, зав. лаб. геоботаники и охраны растительности.E-mail: vasmar@anrb.ru

ледствии союз перемещен в класс ***Vaccinio-Piceetea*** [7]. Этот союз, по-видимому, представляет собой сибирский аналог союза ***Dicrano-Pinion***, во флористическом составе его сообществ высока доля травяных видов класса ***Brachypodio-Betuletea***.

Описанные на Южном Урале сообщества светлохвойных зеленомошников, как уже было отмечено, отличаются от типичных сообществ союза ***Dicrano-Pinion*** высокой долей участия видов гемибореальных травяных лесов класса ***Brachypodio-Betuletea***. В тоже время они отличаются и от сообществ союза ***Hieracio-Pinion*** отсутствием ряда сибирских видов. В связи с этим, мы посчитали целесообразным выделить в составе союза ***Dicrano-Pinion*** новый подсоюз ***Brachypodio pinnatae-Pinenion sylvestris*** suball. nov., к которому отнесли светлохвойные ксерофитные и ксеромезофитные олигомезотрофные зеленомошные леса Южного Урала, представляющие переход от типичных европейских олиготрофных сосново-зеленомошных лесов союза ***Dicrano-Pinion*** (подсоюз ***Dicrano-Pinenion*** (Libbert 1933) Matuszkiewicz 1962) к олиготрофным и олигомезотрофным лишайниково-зеленомошным лесам Южной Сибири союза ***Hieracio-Pinion***. Дифференциация этих лесов в сокращенном виде показана в таблице 1.

При этом использовались ассоциации, описанные в ЮУР [10], и для сравнения были использованы:

1) Ассоциация ***Vaccinium vitis-idaea-Pinetum boreale*** Caj. 1921, которая представляет типичные сообщества союза ***Dicrano-Pinion***. Использовались описания из Скандинавии [8], Карелии и Республики Марий Эл [9].

2) Ассоциация ***Platanthero bifoliae-Pinetum sylvestris*** Bulohov et Solomeshch 2003, которая представляет сообщества союза ***Dicrano-Pinion*** на южной границе распространения [3].

3) Ассоциации ***Oxytropido campanulatae-Pinetum sylvestris*** Polyakova et Ermakov 2009 и ***Ptilio crista-castrensis-Pinetum sylvestris*** Polyakova et Ermakov 2009, которые представляют кустарничково-зеленомошные ленточные боры Минусинской котловины [7]. Они относятся к южносибирскому союзу ***Hieracio umbellati-Pinion sylvestris*** Anenkhonov et Chytrý 1998 и являются наиболее близкими по флористическому составу к южно-уральским сообществам подсоюза ***Brachypodio-Pinenion***.

Таблица 1. Сокращенная таблица дифференциации сообществ подсоюзов ***Dicrano-Pinenion*** и ***Brachypodio-Pinenion*** союза ***Dicrano-Pinion***, и сообществ союза ***Hieracio-Pinion***

Номер синтаксона		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Количество описаний		20	12	28	24	31	9	20	25	44	18	18	31	25
Диагностические виды союза ***Dicrano-Pinion*** и подсоюза ***Dicrano-Pinenion***														
Pinus sylvestris	-t1	V^4	IV^2	V^3	IV	V^5	V^3	V^3	V^3	V^3	V^3	V^3	V^3	V^3
Dicranum polysetum	-ml	IV^1	.	III^1	.	V	V	II	IV	III	IV	V	V^3	IV^3
Antennaria dioica	-hl	.	.	I	+	+	III	IV	V	III	III	I	IV	IV
Betula pendula	-t1	.	.	.	III	V	II	III	r	III	II	III	II	II
Juniperus communis	-s1	III^+	II	IV	+	.	II	IV	III	II	.	.	.	.
Melampyrum pratense	-hl	IV^1	V^1	III	II	III	IV	V	.	II	V	.	.	.
Pyrola chlorantha	-hl	III^1	.	+	.	I	II	III	I	I	II	.	III	II
Pulsatilla patens	-hl	.	.	.	.	.	III	I	V	III	II	III	IV	IV
Pteridium aquilinum	-hl	.	.	+	IV	V	.	IV	.	I	I	II		III
Chimaphila umbellata	-hl	.	.	.	.	III	II	V	.	.	+	+	IV	IV
Диагностические виды подсоюза ***Brachypodio pinnati-Pinenion sylvestris***														
Viola collina	-hl	.	.	.	.	.	I	IV	V	V	IV	V	.	.
Brachypodium pinnatum	-hl	.	.	.	.	.	.	II	V	V	IV	III	.	III^3
Lupinaster pentaphyllus	-hl	.	.	.	.	.	.	r	V	V	II	IV	IV	IV
Adenophora lilifolia	-hl	.	.	.	.	.	.	.	V	V	II	V	.	.
Seseli krylovii	-hl	.	.	.	.	.	.	.	V	IV	IV	V	.	.
Lathyrus pisiformis	-hl	.	.	.	.	.	.	.	V	IV	II	II	.	.

Продолжение таблицы 1

Вид		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Lilium martagon s.l.	-hl	.	.	.	.	+	.	r	III	IV	II	V	.	.
Atragene speciosa	-s1	.	.	.	.	.	.	.	I	IV	I	V	.	.
Euphorbia gmelinii	-hl	.	.	.	.	.	.	.	V	IV	I	III	.	.
Pleurospermum uralense	-hl	.	.	.	.	.	.	.	I	IV	II	IV	.	.
Диагностические и дифференцирующие виды союза ***Hieracio umbellate-Pinion sylvestris***														
Iris ruthenica	-hl	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV^1	IV
Pyrola incarnata	-hl	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	IV
Vicia unijuga	-hl	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	IV
Viola dactyloides	-hl	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	III
Equisetum hyemale	-hl	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	III	III
Oxytropis campanulata	-hl	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	II
Rhytidium rugosum	-ml	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	IV^3	+
Cimicifuga foetida	-hl	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	IV
Aquilegia sibirica	-hl	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	III
Виды подсоюза ***Dicrano-Pinenion*** в сообществах описанных западнее ЮУР														
Picea abies	-t2	II	V^2	I	III	V^3	.	.	.	.	.	.	.	.
Picea abies	-t3	III	III	I	I	II	.	.	.	.	.	.	.	.
Linnaea borealis	-hl	V^1	V	II	+	.	.	II	.	.	+	+	.	.
Avenella flexuosa	-hl	V^1	V	V^1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Empetrum hermaphroditum	-hl	IV^2	V^1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calluna vulgaris	-hl	V^1	I	V^2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Festuca ovina	-hl	II	.	III	I	III	.	.	.	.	.	.	.	.
Convallaria majalis	-hl	.	.	III	IV	V	.	.	.	.	.	.	.	.
Виды, дифференцирующие сообщества союза ***Dicrano-Pinion*** ЮУР от западных аналогов														
Viola rupestris	-hl	.	.	.	.	.	III	III	IV	I	+	II	.	.
Viscaria viscosa	-hl	.	.	.	.	.	II	II	IV	r	I	.	.	.
Achillea millefolium	-hl	.	.	.	.	+	II	II	V	IV	II	III	.	.
Silene nutans	-hl	.	.	.	.	.	IV	II	V	IV	III	III	.	.
Hylotelephium triphyllum	-hl	.	.	.	.	.	III	r	III	II	II	III	.	.
Sanguisorba officinalis	-hl	.	.	.	.	.	III	III	V	V	I	IV	r	III
Campanula persicifolia	-hl	.	.	.	.	III	.	II	IV	IV	.	II	.	.
Poa nemoralis	-hl	.	.	.	.	.	.	IV	r	III	II	III	.	.
Carex digitata	-hl	.	.	.	I	II	.	IV	V	V	II	IV	.	.
Carex rhizina	-hl	.	.	.	.	.	I	II	.	II	II	V	.	.
Cerastium pauciflorum	-hl	.	.	.	.	.	I	r	.	II	II	III	.	.
Прочие виды, дифференцирующие подсоюзы ***Dicrano-Pinenion*** и ***Brachypodio-Pinenion*** в Южно-Уральском регионе														
Lathyrus vernus	-hl	.	.	+	I	.	.	III	V	V	IV	IV	+	II
Galium boreale	-hl	.	.	II	.	.	.	III	V	V	V	V	III	V
Crepis praemorsa	-hl	.	.	.	.	.	.	.	V	IV	I	I	+	r
Viola mirabilis	-hl	.	.	.	I	.	.	r	II	V	+	IV	.	.
Digitalis grandiflora	-hl	.	.	.	.	+	.	.	I	IV	V	II	.	.
Bistorta major	-hl	.	.	.	.	.	.	.	+	II	I	IV	.	.
Primula macrocalyx	-hl	.	.	.	.	.	.	.	I	III	+	III	.	.
Pulmonaria mollis	-hl	.	.	.	.	.	.	.	r	IV	II	II	.	III
Moehringia lateriflora	-hl	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	IV	.	.
Диагностические виды класса ***Vaccinio-Piceetea*** и порядка ***Piceetalia excelsae***														
Pleurozium schreberi	-ml	V^3	V^3	V^4	V	IV	V^1	IV^2	V^3	V^3	V^3	V^3	V^3	V^4
Hylocomium splendens	-ml	V^2	V^3	V^3	.	III	II	.	V^1	V^1	V^2	IV^2	IV^3	V^3
Vaccinium myrtillus	-hl	V^3	V^3	V^2	V	V^4	.	IV^+	V^+	V^2	V^3	.	.	II^3

Окончание таблицы 1

Вид		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Vaccinium vitis-idaea	-hl	V[2]	V[2]	V[3]	IV	V[2]	III	IV[1]	II	I	V[+]	.	IV[2]	V[3]
Dicranum scoparium	-ml	V[1]	V[1]	V[1]	III	III	III	III	III	III	IV	IV	.	.
Orthilia secunda	-hl	.	II	I	II	V	II	V	V	V	IV	V	IV	IV
Ptilium crista-castrensis	-ml	V[1]	II[1]	.	.	.	I	r	V	V	V	III	II	IV[3]
Trientalis europaea	-hl	III	II	.	I	V	.	II	II	V	II	I	.	.
Rhytidiadelphus triquetrus	-ml	I	.	.	.	I	I	+	V	V	+	IV	II	II
Goodyera repens	-hl	II[1]	+	.	.	I	I	+	III	IV	+	.	III	II
Betula pubescens	-t1	.	V[1]		II	.	.	.	.	r	II	III	.	.
Picea obovata	-t3	.	.	.	.	.	IV	V	.	r	V	V	.	.
Pyrola rotundifolia	-hl	.	.	.	.	III	.	III	.	+	III	I	.	r
Pyrola minor	-hl	.	.	+	.	.	.	II	r	IV	II	+	.	.
Larix sukaczewii	-t3	.	.	.	.	.	I	r	IV	III	.	.	.	.
Abies sibirica	-t3	.	.	.	+	.	.	+	.	.	V	IV	.	.
Прочие высококонстантные виды														
Sorbus aucuparia	-t3	III[+]	III	V	IV	V	IV	V	V	V	V	V	.	.
Calamagrostis arundinacea	-hl	I[+]	I	V[1]	V	IV	IV	V	V	V	V	V	IV	V[3]
Rubus saxatilis	-hl	.	.	III	III	.	.	V	V	V	V	V	III	V
Solidago virgaurea	-hl	.	III	II	IV	IV	III	V	V	V	V	V	II	II
Luzula pilosa	-hl	I	IV	III	III	IV	I	V	V	V	V	I	.	.
Maianthemum bifolium	-hl	.	.	+	IV	III	.	IV	r	IV	IV	III	III	IV
Fragaria vesca	-hl	.	.	III	II	.	III	V	V	V	V	IV	IV	IV
Hieracium umbellatum	-hl	.	.	.	I	IV	V	III	V	V	V	III	V	III
Polygonatum odoratum	-hl	.	.	+		V	I	+	V	IV	IV	IV	IV	III
Viola canina	-hl	.	.	IV	III	.	I	III	IV	V	IV	.	.	.

Примечание: Ассоциации: 1–3 – Vaccinium vitis-idaea-Pinetum (1 – описания из Скандинавии [8], 2 – описания с севера Карелии [9], 3 – описания с юга Карелии [9]), 4 – Querco-Pinetum (описания с Республики Марий Эл [9]), 5 – Platanthero-Pinetum (описания из Брянской области [3]), 6 – Cladonio-Pinetum (ЮУР), 7 – Antennario-Pinetum (ЮУР), 8 – Violo-Pinetum (ЮУР), 9 – Pleurospermo-Pinetum (ЮУР), 10 – Seseli-Pinetum (ЮУР), 11 – Zigadeno-Pinetum (ЮУР), 12 – Oxytropido campanulatae-Pinetum sylvestris Polyakova et Ermakov 2009 [7], 13 – Ptilio crista-castrensis-Pinetum sylvestris Polyakova et Ermakov 2009 [7].

Из таблицы хорошо видны отличия типичных сообществ подсоюза ***Dicrano-Pinenion*** и олигомезотрофных ксеромезофитных травяно-зеленомошных лесов подсоюза ***Brachypodio-Pinenion***. Для принятия окончательного решения по разделению союза ***Dicrano-Pinion*** на подсоюзы предстоит дополнить данный материал синтаксономическими обработками из других регионов, провести фитосоциологический анализ и ординацию представленных сообществ.

Работа выполняется при поддержке гранта РФФИ № 12-04-31406 мол_а

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Matuszkiewicz W.* Przewodnik do oznaczanią zbiorowisk roslinych Polski. Warszawa, 1981. 298 s.

2. *Moravec J. a kol.* Rostlinná společenstva Českе Republiky a jejich ohoroženi. 2. Vydani. Severoceskou Prirodou. Priloha, 1995. 206 p.

3. *Булохов А.Д., Соломещ А.И.* Эколого-флористическая классификация лесов Южного Нечерноземья. Брянск: Изд-во БГУ, 2003. 359 с.

4. *Martynenko V.B., Mirkin B.M. & Muldashev A.A.* Syntaxonomy of Southern Urals Forests as a Basis for the System of Their Protection // Russian Journal of Ecology, 2008, Vol. 39, № 7. P. 459-465.

5. *Мартыненко В.Б., Соломещ А.И., Жирнова Т.В.* Леса Башкирского государственного природного заповедника: синтаксономия и природоохранная значимость. Уфа: Гилем, 2003. 203 с.

6. *Anenkhonov O.A. & Chytrý M.* Syntaxonomy of Vegetation of the Svyatoi nos Peninsula, Lake Baikal. 2. Forests and Krummholz in Comparison with Other Regions of Northern Buryatia // Folia Geobotanica. 1998. Vol. 33. P. 31-75.

7. *Полякова М.А., Ермаков Н.Б.* Классификация сосновых лесов боровых лент Минусинской межгорной котловины (южная Сибирь) // Растительность России. СПб., 2008. № 13. С. 82-105.

8. *Kielland-Lund J.* Die Waldgesellschaften SO Norwegens // Phytocoenologia. 1981. 9 (1/2). S. 53-250.

9. *Восточноевропейские леса*: история в голоцене и современность: В 2 кн./ Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов / Отв. ред. О.В.Смирнова. М.: Наука, 2004. Кн. 2. 575 с.

10. *Мартыненко В.Б.* Синтаксономия лесов Южного Урала как теоретическая основа развития системы их охраны: Дис. … д-ра. биол. наук. Уфа, 2009. 495 с.

PRELIMINARY RESULTS OF SYNTAXONOMIC CORRECTION OF ALLIANCE DICRANO-PINION

© 2012 P.S. Shirokikh, V.B. Martynenko

Institute of Biology, Ufa Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Ufa

The preliminary results of syntaxonomic correction of alliance ***Dicrano-Pinion***, which combines green moss and lichen-green pine forests of Europe are presented. When moving from West to East the community of alliance combined of some species with European areal. But on the Urals in these communities are penetrating the Siberian species. Thus, it is appropriate to divide the alliance Dicrano-Pinion on two suballiances - ***Dicrano-Pinenion*** and ***Brachypodio-Pinenion***.

Keywords: *boreal pine forests green moss pine forests, alliance Dicrano-Pinion, South Urals.*

Shirokikh Pavel Candidate of Biology, senior staff scientist of laboratory of geobotany and vegetation protection, e-mail shirpa@mail.ru; *Martynenko Vasilij Borisovich*, Doctor of Biology, Head of Laboratory of Geobotany and Vegetation Protection vasmar@anrb.ru

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ

УДК 581.524.32

ИЗУЧЕНИЕ КЛИМАТОГЕННОЙ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

© 2012 О.А. Аненхонов

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ

Выполнен краткий обзор современной ситуации в исследованиях климатогенной динамики растительного покрова. Указаны предпосылки изучения климатогенной динамики растительности, рассмотрены методологические проблемы выбора и реализации подходов к исследованиям в этом направлении. Особо подчеркнута крайняя сложность этих проблем. Признано адекватным использование аппарата теории нечетких множеств. Предложено ввести в науку о растительности понятие «гистерезис». Обращено внимание на наличие как видимых, так и скрытых климатогенных изменений в растительном покрове.

Ключевые слова: *потепление климата, динамика растительности, нечеткие множества, гистерезис, актуализм, видимые и скрытые изменения*

Наличие глобального потепления климата в последнее время нашло подтверждение благодаря специальному исследованию, проведенному в планетарном масштабе на основе более 14.5 млн. ежемесячных данных [10]. Более того, в климатологических работах начата принципиальная перестановка акцентов с вопроса «что может произойти?» (при потеплении климата на более чем 2^0C – О.А.), на вопрос – «когда это может случиться?» [11]. Проблема реакции биоты на текущее потепление климата, наряду с обратными связями «биота – климат», находится в фокусе внимания мировой биологии и экологии [13]. Этой проблеме большое внимание уделяется и в науке о растительности. Количество статей, освещающих разнообразные аспекты связи растительности с динамикой климата весьма велико в зарубежных журналах, тогда как в России работы о последствиях изменений климата для биоразнообразия единичны [7]. Интенсификация потока публикаций проявляется в двух аспектах: 1) изложение результатов исследований компонентов экосистем (или растительного покрова) в условиях меняющегося климата; 2) анализ и совершенствование методологии исследований климатогенной динамики растительного покрова.

Настоящая работа представляет попытку рассмотреть второй из этих аспектов. В первую очередь определим, каковы предпосылки данной проблемы: 1. Изменения климата происходят, и будут происходить во всём обозримом будущем (варьировать могут векторы изменений, элементы климата, характер и параметры изменений); 2. Экосистемы (и, в частности, растительный покров) не могут не реагировать на биотически значимые изменения климата, как на существенные однократные или эпизодические осцилляции, так и на устойчивые долговременные тренды; 3. Для экосистем не важно происхождение изменений климата (в частности, величина антропогенного вклада в текущий ход изменений климата), они реагируют на само изменение, а не на его причину; 4. Растительный покров обладает свойством гистерезиса [6: 814], или буферностью [1: 3], что необходимо учитывать при оценке его климатогенной динамики.

В целом, подходы к изучению климатогенной динамики растительности можно представить следующим образом: 1. Прямые долговременные наблюдения за состоянием компонентов растительного покрова, акцентированные на его отклик на изменения климата; 2. Косвенные оценки вероятной динамики растительного покрова и его будущих состояний: а) Моделирование вероятных изменений в растительном покрове, сопряженное с теми или иными сценариями климатических изменений; б) Экстраполяция данных палеогеографии на будущее состояние растительного покрова при относительном сходстве прошлых и прогнозируемых климатических условий; в) Интерпретация пространственно-экологических

Аненхонов Олег Арнольдович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией флористики и геоботаники. E-mail: anen@yandex.ru

рядов растительных сообществ в качестве темпоральных; интерпретация компонентов иных пространственных структур растительности, а также сукцессионно связанных типов, в качестве возможных экологических аналогов будущих состояний растительного покрова.

Несомненно, что наиболее точные результаты связи динамики растительности и изменений климатических факторов можно получить лишь при прямых наблюдениях. Но, необходимо осознавать, что эти результаты отражают только уже фактически свершившиеся явления. При использовании их в прогностическом плане они приобретают косвенный характер и «перетекают» в область интерпретаций (п. 2 в). К сожалению, долговременные ряды наблюдений сравнительно немногочисленны, хотя их значение неоднократно особо подчеркивалось [8, 12, и др.].

Что касается косвенных оценок климатогенной динамики растительности, то следует отметить, что выявление ее будущих состояний на основе любых подходов имеет лишь вероятностный характер. Более того, имманентным свойством самой растительности является сочетание в ней континуальности и дискретности, что наиболее адекватно можно охарактеризовать с применением понятийного и методического аппарата теории нечетких множеств (fuzzy sets) [2]. Возможность использования данной теории для изучения растительности в связи с нелинейностью отклика видов растений на факторы среды была подчеркнута и апробирована [9]. Вероятностное моделирование будущих состояний экосистем с использованием методов теории нечетких множеств выполнено и российскими исследователями [5]. Еще одним моментом, важным для понимания сути результатов косвенных оценок, является то, что все они, по существу, опираются на принцип актуализма. Но возможность использования принципа актуализма для интерпретации пространственных рядов в качестве временных не абсолютна, поскольку сама такая интерпретация имеет некоторые ограничения [3]. Вышеуказанные подходы во многом остаются неясными с позиций достоверности получаемых результатов и возможностей их верификации.

Еще одной причиной высокого уровня сложности проблем изучения климатогенной динамики растительности является разнокачественность изменений, протекающих в растительном покрове. В частности, по нашему мнению, можно различать такие категории климатогенных изменений как видимые и "скрытые" [4]. Такое различение заставляет обратить внимание на то, что в экосистемах имеют место не только наглядные последствия изменений климата, а значит, позволяет рассматривать динамическую ситуацию более объективно. Несомненно, что подразделение изменений на видимые и "скрытые" довольно условное, поскольку между ними нет четких границ. Более того, часть видимых изменений представляет собой результат развития и усугубления "скрытых".

Исходя из вышесказанного, можно отметить перспективы исследований климатогенной динамики растительности. На практике, в первую очередь, важно развивать долговременные мониторинговые работы. В теоретическом отношении представляется полезным развитие понятийного аппарата и построение концептуальных моделей климатогенной динамики растительности. В методологическом плане необходимо установить возможности использования обширных массивов результатов однократных исследований, накопленных наукой о растительности, для оценки текущих и прогноза будущих изменений растительного покрова. Большое значение имеет оценка существующего методического аппарата и разработка новых методов, приемлемых для изучения сложнейших процессов, протекающих в растительности под воздействием изменений климата.

Необходимость развития исследований климатогенной динамики растительности предопределяется тем, что в будущем вопросы – какие вероятностные модели использования растительного покрова, экосистем, ландшафтов следует развивать в хозяйственной и природоохранной деятельности, какие потери и «дивиденды» следует предполагать, будут всё более и более актуальны. Недостаточная разработанность базовых концепций, рабочих гипотез, методологии и методических приемов, несомненно, служит серьезным основанием для активизации исследований в рамках биологии климатических изменений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аненхонов О.А.* Фитосозологические аспекты «буферности» растительности при долгосрочных климатогенных сукцессиях // Проблемы сохранения разнообразия растительного покрова Внутренней Азии : Мат-лы Всеросс. науч. конфер. Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 2004. Ч. 2. С. 3–5.

2. *Аненхонов О.А.* Элементы и категории растительного покрова как нечеткие множества // Биоразнообразие и пространственная организация растительного мира Сибири: методы изучения и охраны : Мат-лы Всеросс. конфер. Новосибирск : ЦСБС СО РАН, 2005. С. 5–6.

3. *Аненхонов О.А.* Использование принципа актуализма при оценке климатогенных изменений растительного покрова // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии : Мат-лы Всеросс. конфер. Иркутск : Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2010. С. 450–453.

4. *Аненхонов О.А.* "Следы" изменений климата в экосистемах Забайкалья // Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии : Мат-лы междунар. конф. Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 2011. Т. 3. С. 98–100.

5. *Коломыц Э.Г., Шарая Л.С.* Высокогорные экосистемы в условиях предстоящего глобального потепления (прогнозное эмпирико-статистическое моделирование) // Успехи современной биологии. 2011. Т. 131. № 6. С. 587–605.

6. *Никаноров А.М., Сухоруков Б.Л.* Об экологическом гистерезисе // Доклады Академии наук. 2008. Т. 422. № 6. С. 811–814.

7. *Павлов Д.С., Захаров В.М.* Последствия изменения климата для биоразнообразия и биологических ресурсов России: приоритетные направления исследований // Успехи современной биологии. 2011. Т. 131. № 4. С. 323.

8. *Bakker J.P., Olff H., Willems J.H., Zobel M.* Why do we need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics? // Journal of Vegetation Science. 1996. Vol. 7. P. 147–156.

9. *Boyce R.L.* Fuzzy set ordination along an elevation gradient on a mountain in Vermont, USA // Journal of Vegetation Science. 1998. № 9. P. 191–200.

10. Global warming ‘confirmed’ // Nature Climate Change. 2011. 7 November. DOI: 10.1038/nclimate1292.

11. *Joshi M., Hawkins E., Sutton R., Lowe J., Frame D.* Projections of when temperature change will exceed 2 °C above pre-industrial levels // Nature Climate Change. 2011. 23 October. DOI: 10.1038/nclimate1261.

12. *Rees M., Condit R., Crawley M., Pacal S., Tilman D.* Long-term studies of vegetation dynamics // Science. 2001. Vol. 293. P. 650–655.

13. *Sala O.E., Chapin III S., Armesto J.J., et al.* Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100 // Science. 2000. Vol. 287. P. 1770–1774.

STUDYING VEGETATION DYNAMICS AFFECTED BY THE CLIMATE CHANGE: THE GENERAL OVERVIEW AND PROSPECTS

© 2012 O.A. Anenkhonov

Institute of General and Experimental Biology SD RAS

The current situation in the studies of climatically induced vegetation dynamics is briefly overviewed. The low level of the publication activity in this topic among Russian researches comparing to the international scientific society is emphasized. Prerequisites for the climatogenic vegetation dynamics are noted. Methodological obstacles when approaches for studies have to be chosen and carried out are considered. The fuzzy stets theory has been recognized as applicable for studies of vegetation dynamics. To introduce the concept of "hysteresis" into the vegetation science has been suggested. Both visible and hidden changes in vegetation caused by the climatic impacts are noticed.

Key words: climate warming, vegetation dynamics, fuzzy sets, hysteresis, the actuality principle, visible and hidden changes.

Oleg Anenkhonov, Candidate of Biology, Head of Laboratory for Floristics and Geobotany. E-mail: anen@yandex.ru

УДК 581.55(470.54-751.2)+581.543

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА НЕКОТОРЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ВИСИМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

© 2012 Н.В. Беляева[1], Е.Ю. Терентьева[2]

[1] Висимский государственный природный биосферный заповедник
[2] Уральский государственный педагогический университет

В статье анализируются результаты многолетних фенологических наблюдений на постоянных фенологических площадях, представляющих 5 растительных сообществ Висимского заповедника. Обработка полученных материалов проводилась с помощью метода комплексных фенологических показателей.

Ключевые слова*: сезонная динамика, фенологические наблюдения, растительное сообщество, метод комплексных фенологических показателей*.

Фитоценозам, как динамическим системам [10], присуща изменчивость их признаков, обусловленная ростом и развитием растений и сезонными изменениями факторов среды обитания, – сезонная динамика [5]. Для каждого растительного сообщества характерен свой ход сезонных изменений, определяемый соотношением его исторического прошлого и современных условий существования [5]. Характеризовать специфический ход сезонной изменчивости фитоценозов можно не только через систематические фитофенологические наблюдения за отдельными их компонентами (ценопопуляциями), а также с помощью комплексных фенологических показателей, в краткой числовой форме интегрирующих в себе информацию о ходе сезонных процессов у всех видов сообщества одновременно [12, 13]. В настоящей работе представлены результаты многолетних фитофенологических наблюдений в Висимском заповеднике, сезонная динамика которых характеризуется с помощью комплексных фенологических показателей фитоценозов.

Висимский государственный природный биосферный заповедник организован в 1971 г. на Среднем Урале в Свердловской области. По физико-географическому районированию Свердловской области [6] заповедник лежит в пределах Среднеуральского низкогорного района с таёжными ландшафтами горных хребтов, увалов и кряжей на метаморфических и интрузивных породах. Территория заповедника (33.5 тыс. га) включает как мало затронутые хозяйственным освоением горно-лесные ландшафты, так и прошедшие достаточно типичную для горнозаводского Урала историю хозяйственного освоения [14]. Преобладающим типом растительности являются леса, покрывавшие на момент создания заповедника 95% его территории. Заповедник расположен в пределах одного горно-таёжного пояса, который разделяется в связи с меняющимися гидротермическими условиями на два подпояса: нижний – умеренно бореальных темнохвойных лесов и верхний – неморальных и субнеморальных лесов. Наибольший научный интерес представляют коренные пихтово-еловые леса преимущественно верхнего подпояса. Встречающиеся на территории заповедника луга по своему происхождению, преимущественно, являются вторичными, послелесными, поддерживавшимися сенокошением и расчистками с XVIII века.

В 1995 году спокойный ход природных процессов на территории заповедника был нарушен массовым ветровалом. Местами погибло до 97% деревьев. Наиболее сильному разрушительному воздействию подверглись старовозрастные хвойные леса. Видовой состав ветровальных биогеоценозов практически не изменился. Но преобразование экологических и фитоценотических условий ветровальных биотопов повлекло за собой структурную перестройку сообществ. В травяно-кустарничковом ярусе снизилось обилие папоротников и видов таёжного мелкотравья. Близость микроклимата участков массового ветровала к

Беляева Наталья Вадимовна, старший научный сотрудник Висимского заповедника. E-mail: nvb1266@yandex.ru; *Терентьева Елена Юрьевна*, кандидат биологических наук, доцент. E-mail: eterent@rambler.ru

сообществам вырубок, отсутствие конкуренции со стороны корневых систем деревьев привели к разрастанию злаков - *Calamagrostis obtusata* Trin. и *C. Langsdorffi* (Link) Trin. [2].

С течением времени просохшие ветровальники стали очень пожароопасными, что привело при благоприятных погодных условиях к двум крупномасштабным пожарам в 1998 и 2010 годах. Причём, второй пожар частично проходил по горевшей ранее территории. Пожар 1998 года был огромной разрушительной силы, сочетал черты верхового и низового. В результате, растительный покров был полностью уничтожен, стерты границы прежних фитоценозов, снивелированы их экологические различия. За четыре года после пожара травяно-кустарничковый ярус восстановился, его общее проективное покрытие достигло допожарного уровня [2]. Доминирующими видами стали *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. и виды рода *Calamagrostis*. К концу первого послепожарного десятилетия началось формирование древесного яруса в основном из *Betula pubescens* Ehrh., в благоприятных местах с *Betula pendula* Roth и *Tilia cordata* Mill. [11]. Второй пожар был низовым, частично захватившим горевшую ранее территорию, с мозаичным выгоранием напочвенного покрова и формировавшегося древесного яруса.

Фитофенологические наблюдения входят в программу Летописи природы и проводятся в Висимском заповеднике с 1976 года на постоянных фенологических площадях (ПФП). Полевые наблюдения осуществляются с помощью метода, названного В.А. Батмановым первичным описательным [8]: регулярно посещая ПФП, наблюдатель описывает фенологическое состояние всех произрастающих там видов высших сосудистых растений (хвощи, папоротники, голосеменные и покрытосеменные), регистрируя все наблюдаемые у вида в данный день фенофазы отдельно вегетативных и генеративных органов.

В настоящую работу вошли результаты фенологических наблюдений, проводившихся одним из авторов (Н.В. Беляева) в течение вегетационных периодов (май – сентябрь) 1990-2011 гг. на пяти ПФП (№№ 1, 2, 4, 15, 16) заповедника. Три феноплощади, заложенные ещё в 1976 году, представляют нижний и средний высотные уровни топоэкологического профиля восточной горной части заповедника: долина р. Сакальи (400 м над ур. моря) – вершина г. Большой Сутук (699 м над ур. моря). Первоначально коренные лесные фитоценозы (ПФП-1 – 470 м над ур. моря, средняя часть пологого с-з склона г. Малый Сутук, пихто-ельник крупнопапоротниковый; ПФП-2 – 480 м над ур. моря, очень пологая привершинная часть ю-в склона г. Липовый Сутук, пихто-ельник большехвостоосоково-липняковый; ПФП-4 – 400 м над ур. моря, пологий ю-з склон долины р. Сакальи, кедрово-ельник хвощово-сфагновый) подверглись последовательному воздействию двух разрушительных природных факторов – ветровалу и пожарам. Две ПФП – вторичные послелесные луга (елани), фенологические наблюдения на которых начаты в 1994 году: ПФП-15 – 390 м над ур. моря, левый высокий берег р. Медвежки (приток р. Сулём), рельеф выровненный, вторичный влажный злаково-разнотравный луг; ПФП-16 – 390 м над ур. моря, верховья р. Сулём, рельеф выровненный, суходольный вторичный разнотравно-злаковый луг.

Для камеральной обработки накопленных обширных массивов феноданных мы применили относительно новый способ отражения сезонной динамики фитоценозов – комплексные фенологические показатели. В 70-х годах XX века известным фенологом В.А. Батмановым была высказана мысль о методике, позволяющей оценивать сезонное развитие растительных сообществ в целом и сравнивать их, несмотря на разницу в видовом составе [8]. Непосредственной разработкой методики занималась Е.Ю. Терентьева [12]. Суть последующей обработки полевых материалов состоит в том, что отмеченные у видов фенофазы переводятся в баллы фенологического стандарта. Феностандарт – универсальный для всех наблюдаемых видов растений ряд последовательно сменяющих друг друга фенофаз, каждой из которых присвоен цифровой балл. Фенологические стандарты, применявшиеся в настоящей работе приведены в табл. 1.

В каждом фенологическом описании ПФП подсчитывалось число видов сообщества с различными фенофазами, которые переводились в баллы стандарта, а затем рассчитывались средние фенологические баллы вегетативного (KfVeg) и генеративного (KfGen) процессов в

сообществе, называемые фенологическими коэффициентами (Kf). Фенологические коэффициенты - комплексные фенологические показатели фитоценозов, наиболее обобщённый вариант отражения их хода сезонных изменений.

Таблица 1. Фенологические стандарты

Фенологическая фаза	Балл
Феностандарт развития вегетативных органов видов растений (вегетативный цикл)	
Зимний покой	0
Разрыхление и развертывание почек, появление всходов	1
Распускание, развертывание листьев, облиствение	2
Летняя вегетация	3
Отмирание	4
Поствегетативная	5
Феностандарт развития генеративных органов видов растений (генеративный цикл)	
Предгенеративная	0
Бутонизация	1
Цветение	2
Завязывание плодов и семян	3
Созревание плодов и семян	4
Обсеменение	5
Постгенеративная	6

В работе рассматривается многолетняя динамика фенологических процессов в растительных сообществах. Для проверки статистических гипотез использована общая линейная модель – ковариационный анализ. Из анализа были исключены данные 1995, 1998, 2002 гг. с малым количеством наблюдений. Авторы выражают благодарность научным сотрудникам Института экологии растений и животных УрО РАН И.А. Кшнясеву, Ю.А. Давыдовой и Л.Е. Лукьяновой за помощь, оказанную при обработке материалов.

В результате, было выяснено, что в среднем многолетнем аспекте рассматриваемые растительные сообщества имеют различную сезонную динамику (рис. 1). Сообщества нижнего и среднего высотных уровней топоэкологического профиля отставали по ходу вегетативного цикла от луговых сообществ долины реки Сулём ($F(1, 2274) = 121.1$, $p = 0.00$). Причём, в основном это отставание определяется ходом вегетативного цикла в однозначно отстающем сообществе ПФП-4, расположенном в наиболее холодном, с переувлажнёнными почвами экотопе, представляющем нижний высотный уровень топоэкологического профиля. Ранее всего на профиле процессы вегетации начинаются и быстрее проходят в условиях оптимальной теплообеспеченности ПФП-2 на вершине г. Л. Сутук [14, 1]. Достаточно близка к ней ПФП-1, расположенная в условиях физико-географического плакора восточной горной части Висимского заповедника [7] и являющаяся одновременно фенологическим плакором профиля [1]. Из двух луговых сообществ влажный луг на берегу р. Медвежки (ПФП-15) несколько отстаёт по ходу процессов вегетации от суходольного (ПФП-16). При рассмотрении общего периода наблюдений для сообществ профиля и лугов долины р. Сулём (1994-2011 гг.) средние фенологические коэффициенты вегетативного цикла ПФП-1, 2 и ПФП-15, 16 существенно не отличаются ($p>0.05$).

Иная картина наблюдается по ходу процессов генеративного цикла в рассматриваемых сообществах. Опережают сообщества профиля (рис. 1). Причём, безусловным лидером является ПФП-2, приуроченная к экотопу с оптимальной теплообеспеченностью. Инверсионный градиент температуры воздуха в восточной горной части заповедника определяет инверсионное размещение биогеоценозов на склонах водораздельного кряжа [14]. К условиям температурного оптимума (450-550 м над ур. моря) приурочены пихтово-еловые леса с липой в подлеске, с раноцветущими эфемероидами, неморальными и

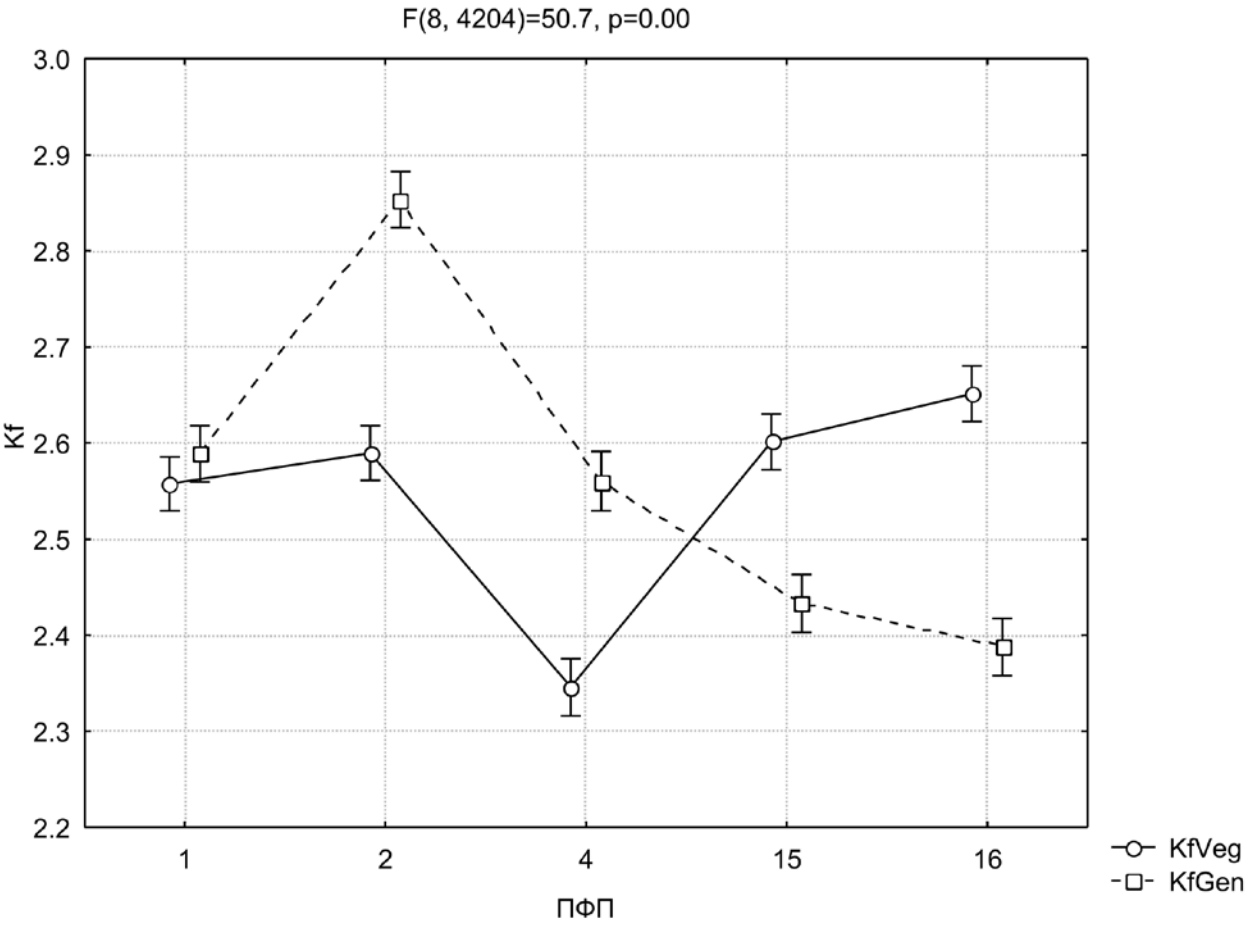


Рис. 1. График средних многолетних (1990-2011 гг.) фенологических коэффициентов вегетативного и генеративного циклов различных растительных сообществ

субнеморальными травяно-кустарничковыми видами растений, что в комплексе и определяет опережение этих фитоценозов по ходу процессов генерации. ПФП-1 и ПФП-4, изначально представляющие бореальные лесные сообщества заповедника, близки друг к другу и значительно отстают от ПФП-2. Отставание луговых фитоценозов от сообществ профиля определяется преобладанием в них средне- и позднелетних по срокам цветения видов.

Мы попытались проанализировать, изменилась ли сезонная динамика растительных сообществ профиля после преобразования их природными катастрофами (рис. 2). Разница в прохождении видами растений фаз вегетативного цикла в коренных и послепожарных сообществах оказалась несущественной (рис. 2). Ранее, анализируя материалы 1990-2006 гг., нами была выявлена существенность разницы между ними [4]. По всей видимости, на обратное сближение хода процессов вегетации в лесных и послепожарных сообществах повлияло произошедшее за последние пять лет частичное восстановление сомкнутого древесного яруса: на ПФП-4 и вокруг ПФП-1 из *Betula pubescens*, на ПФП-2 из *Tilia cordata, Betula pubescens* и *Betula pendula*. Обращают на себя внимание практически равные KfVeg изменённых пожарами ПФП-1 и ПФП-2. В результате пожара 1998 года исчезли ранее существовавшие растительные сообщества с присущим им фитоклиматом, экологические различия сообществ среднего высотного уровня были снивелированы.

Ход процессов вегетации у видов растений в сообществах в целом существенно варьировал в течение 1990-2011 гг. ($F(18, 2075)=12.5$, $p=0.00$) вслед за меняющимися погодными условиями, в первую очередь термическим режимом [3]. Реакция же на эти изменения различных сообществ существенно не отличается (рис. 3). На рисунке видно практически синхронное изменение средних фенологических коэффициентов в течение

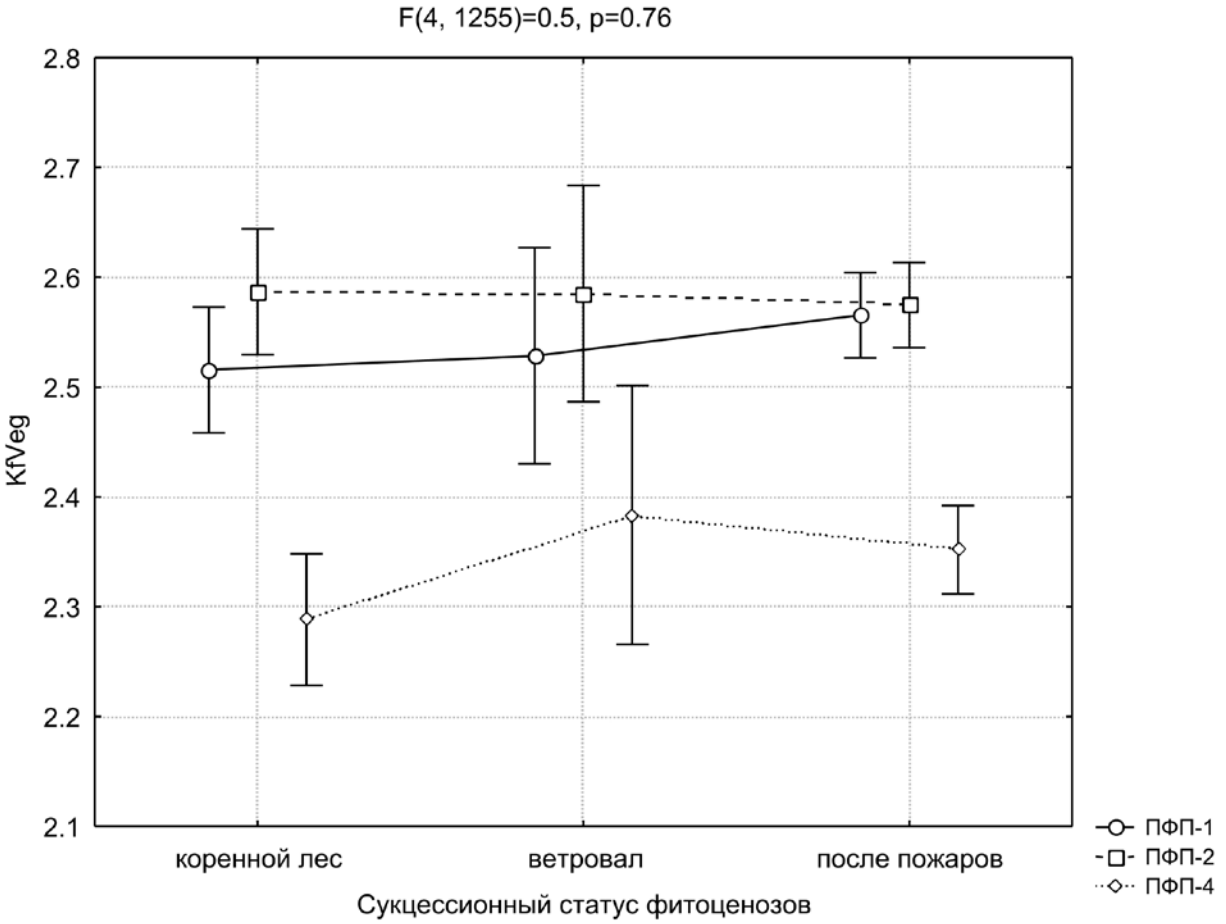


Рис. 2. График средних многолетних (1990-2011 гг.) фенологических коэффициентов вегетативного цикла для растительных сообществ профиля в зависимости от их сукцессионного статуса

1994-2011 гг., амплитуда между значениями которых невелика. Значительным отставанием хода вегетативного цикла на протяжении всего периода наблюдений закономерно отличалась ПФП-4 – нижняя точка профиля.

Что же касается хода генеративных процессов в фитоценозах (рис. 4), то существенность их изменения в послепожарных сообществах по сравнению с лесами всецело определяется ситуацией на ПФП-1. Из двух ПФП среднего высотного уровня профиля ПФП-1 оказалась наиболее сильно фитоценотически трансформированной. Древесный ярус на ней был полностью уничтожен. В то время как на ПФП-2 к 2011 году разрослись куртины ксилоризомных деревьев *Tilia cordata*, перемежаемые отдельно стоящими деревьями *Betula pubescens* и *Betula pendula*, большая часть территории ПФП-1 так и осталась незаселённой деревьями-пионерами, хотя с востока и юго-востока её обрамляет плотная стена из *Betula pubescens*. Сохранившиеся после пожара на ПФП-1 аборигенные виды растений пихтово-елового крупнопапоротникового леса все эти годы находятся в стрессовых экологических условиях, что длительное время проявлялось в отсутствии у них цветения и плодоношения. Кроме того, существование лесных видов в экстремальных условиях открытого пространства при определённых погодных условиях [3], по-видимому, значительно сдвигает сроки прохождения фаз генеративного цикла на более ранние сроки (рис. 5).

Генеративное развитие растений в сообществах существенно варьировало в течение 1990-2001 гг. ($F(18, 2075)=14.7$, $p=0.00$), но соответствующая диаграмма многолетней динамики средних фенологических коэффициентов (рис. 5) отличается от таковой для вегетативного цикла (рис. 4). Это, по-видимому, связано с отличием определяющих

динамику метеорологических факторов. По нашим более ранним данным [3] ход генеративного процесса в сообществах корреляционно связан с количеством осадков и

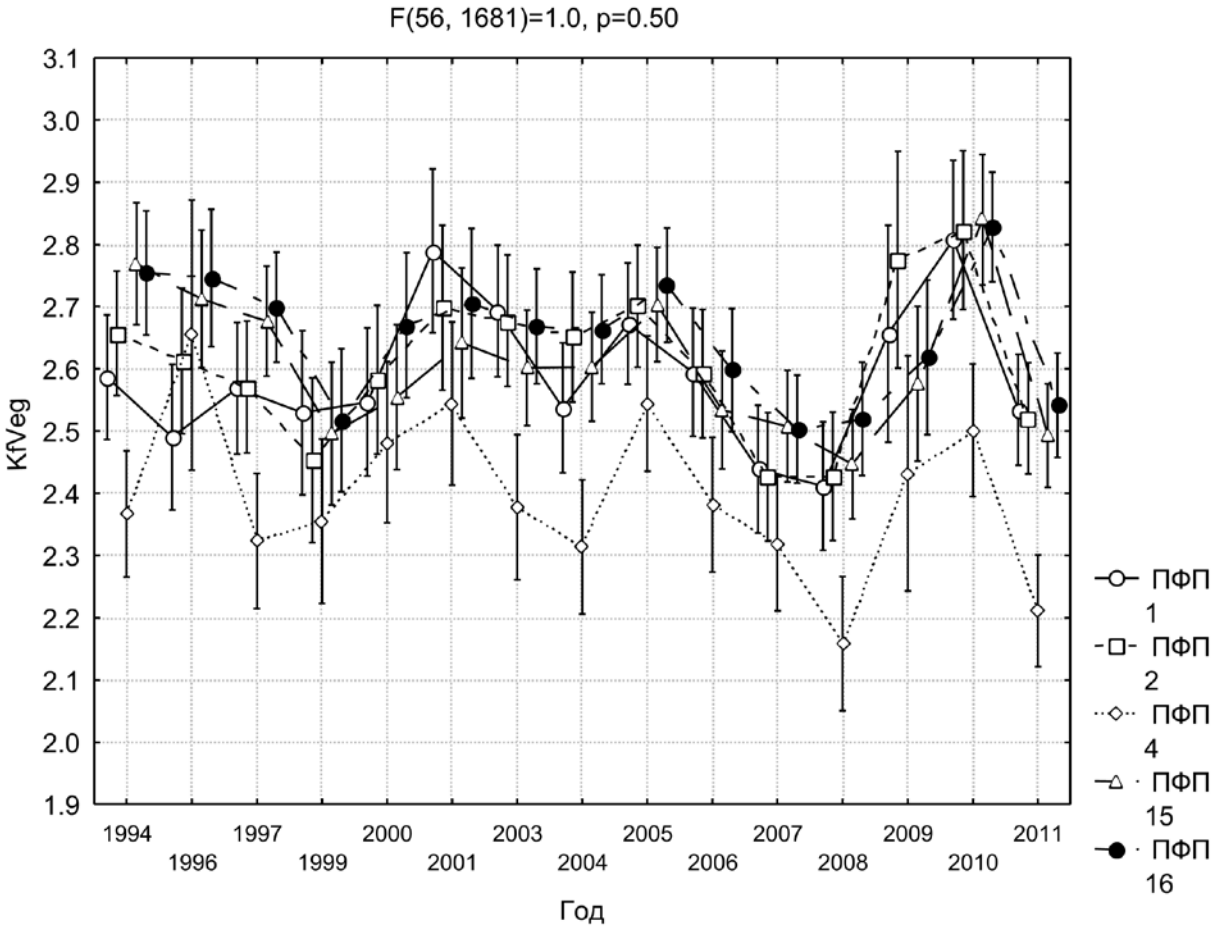


Рис. 3. Многолетняя динамика средних фенологических коэффициентов вегетативного цикла различных растительных сообществ

влагообеспеченностью территории (гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова) в послевегетационный период предыдущего года.

Хотя реакции разных сообществ на меняющиеся погодные условия в большинстве случаев были одного направления, но амплитуда значений средних фенологических коэффициентов генеративного цикла была значительной (рис. 5). Обращает на себя внимание период 1999-2003 гг. с очень большими значениями KfGen у ПФП-1 и ПФП-2. Это можно было бы объяснить дестабилизированным состоянием сообществ и их перестройкой на начальной стадии послепожарной сукцессии, но большие значения средних фенологических коэффициентов генеративного цикла наблюдались и у коренных сообществ в 1991 году (ПФП-1 - 3.1 балла, ПФП-2 - 3.5 балла, ПФП-4 – 3.0 балла), и через 12 лет после пожара в 2010 году (рис. 5). По всей видимости, сложившиеся погодные условия осенью 1990 и 2009 гг., а также очень высокие температуры весной 1991 и летом 2010 гг. были экстремальными для растительных сообществ заповедника, что вызвали столь значительное ускорение генеративных процессов у составляющих их видов растений. Классический тезис, что генеративное развитие видов растений, в отличие от вегетативного, более определяется наследственными причинами и менее зависит от внешних условий [9], по-видимому, означает, что этими причинами определяется принадлежность видов к различным фенoритмотипам, генеративное развитие которых достаточно синхронно изменяется в экстремальных погодных условиях.

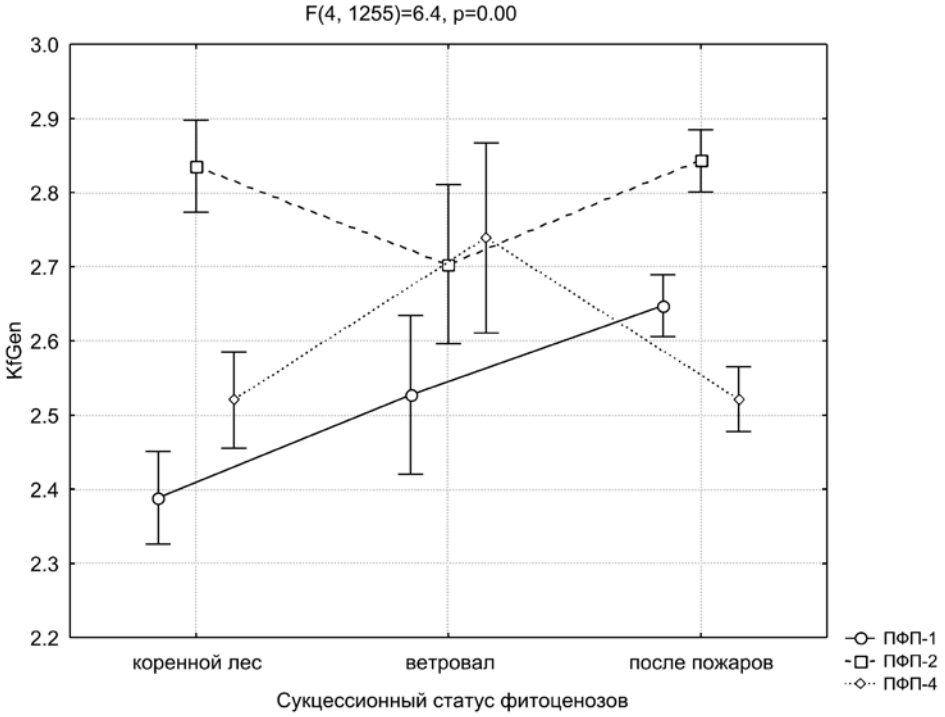


Рис. 4. График средних многолетних (1990-2011 гг.) фенологических коэффициентов генеративного цикла для растительных сообществ профиля в зависимости от их сукцессионного статуса

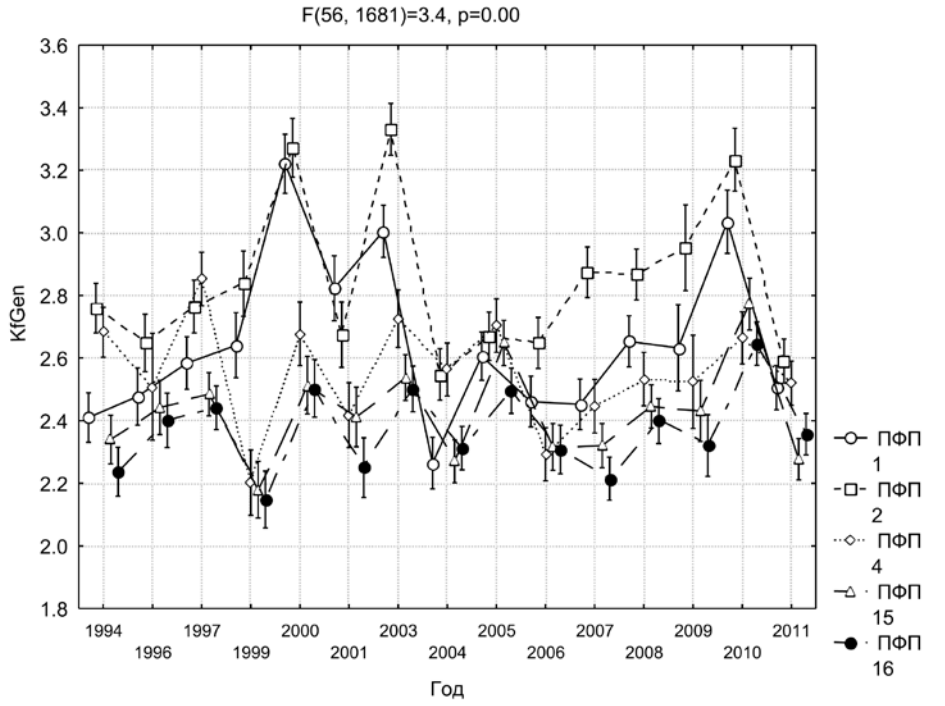


Рис. 5. Многолетняя динамика средних фенологических коэффициентов генеративного цикла различных растительных сообществ

Таким образом, анализ многолетних фенологических наблюдений некоторых растительных сообществ Висимского заповедника, сезонная динамика которых характеризуется с помощью комплексных фенологических показателей, позволил получить разнообразную информацию об их фенологических особенностях и её погодичной

изменчивости. Результаты статистической обработки материала требуют дальнейшего осмысления в плане выяснения причин происходящих процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Беляева Н.В.* Фенология цветения травяно-кустарничкового яруса лесных растительных сообществ Висимского заповедника // Исследования эталонных природных комплексов Урала. (Матер. науч. конф., посвящ. 30-летию Висимского заповедника). Екатеринбург: Изд-во “Екатеринбург”, 2001. С. 230-243.

2. *Беляева Н.В.* Динамика травяно-кустарничкового яруса лесных растительных сообществ Висимского заповедника после ветровала и пожара // Лесоведение. 2007. № 4. С. 25-35.

3. *Беляева Н.В., Терентьева Е.Ю.* Многолетняя динамика фенологических процессов в коренных и трансформированных лесных растительных сообществах Висимского заповедника // Научные исследования как основа охраны природных комплексов заповедников и заказников: Сб. матер. Всеросс. науч.-практ. конф. (г. Киров, 29 окт. 2009 г.). Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2009а. С. 57-62.

4. *Беляева Н.В., Терентьева Е.Ю.* Фенология коренных и трансформированных лесных растительных сообществ Висимского заповедника // Ботанические исследования на Урале: матер. регион. с междун. уч. науч. конф., посвящ. пам. П.Л. Горчаковского / отв. ред. С.А. Овёснов; Перм. гос. ун-т. Пермь, 2009б. С. 42-47.

5. *Борисова И.В.* Сезонная динамика растительного сообщества // Полевая геоботаника. Т. 4. М.; Л.: Наука, 1972. С. 5-94.

6. *Капустин В.Г.* Физико-географическое районирование Свердловской области // География и современные проблемы естественнонаучного познания: Матер. Всеросс. науч.-практ. конф. (Пам. д. г. н., проф., почётного чл. Русского Географического Общества, Василия Ивановича Прокаева) / ГОУ ВПО Урал. гос. пед. ун-т. Екатеринбург, 2009. С. 11-24.

7. *Коломыц Э.Г.* Эколого-географические аспекты изучения горной тайги Среднего Урала // Темнохвойные леса Среднего Урала. Свердловск, 1979. С. 51-83.

8. *Куприянова М.К.* В.А.Батманов - основатель нового направления в фенологии // Фенологические методы в научных исследованиях и школе: Матер. регион. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. В.А.Батманова, Екатеринбург, 16 дек. 2000 г. Екатеринбург, 2001. С. 8-17.

9. *Лынов Ю.С.* Фенологические процессы и структура сезонности горных территорий (на примере западного Тянь-Шаня) // Труды Чаткальского биосферного государственного заповедника. В. 4. Л.: Гидрометеоиздат, 1991. 191 с.

10. *Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г.* Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 223 с.

11. *Сибгатуллин Р.З.* Динамика растительности на гари в Висимском заповеднике // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии: Матер. Всеросс. конф. с междун. участ., посвящ. пам. Л.В. Бардунова (1932-2008 гг.) (Иркутск, 15-19 сент. 2010 г.). Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2010. С. 532-535.

12. *Терентьева Е.Ю.* Комплексные фенологические показатели фитоценозов и их использование при организации феномониторинга. Автореф. дисс. … канд. биол. наук. Екатеринбург, 2001. 23 с.

13. *Терентьева Е.Ю.* Использование комплексных фенологических показателей в наблюдении за сезонными изменениями растительности // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы. Матер. Всеросс. науч. конф. с междун. участ. (С.-Петербург, 20-24 сент. 2011 г.). Т. 2. Санкт-Петербург, 2011. С. 240-242.

14. *Турков В.Г., Колесников В.Г.* Очерк природы Висимского государственного заповедника // Популяционные и биогеоценологические исследования в горных темнохвойных лесах Среднего Урала. Свердловск, 1977. С. 5-46.

THE SEASONAL DYNAMIC OF SOME PHYTOCENOSISES OF THE VISIMSKIY RESERVE

© 2012 N.V. Belyaeva [1], E.Y. Terentyeva [2]

[1] Visimskiy Russian Federal Nature Biosphere Reserve
[2] Ural Russian Federal Pedagogical University

The authors analyzed the data of long-term phenological observation in the five phytocenosises in the Visimskiy Reserve (the Middle Ural). The observations took place at the constant phenological areas (CPA) of the reserve in 1990-2011 years. For the data processing we used the method of complex phenological parameters with the average phenological coefficients of phytocenosises estimation.

Key words: *seasonal dynamics, phenological observation, phytocenosis, method of complex phenological parameters.*

Natalya Belyaeva, senior research assistant of the Visimskiy Reserve. E-mail: nvb1266@yandex.ru; *Elena Terentyeva*, Candidate of Biology, Associate Professor. E-mail: eterent@rambler.ru

УДК 574.42: 631.48:631.58

ПОЧВОВЕДЕНИЕ ДЛЯ ГЕОБОТАНИКОВ: КАК РАСКОПАТЬ ИСТОРИЮ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

© 2012 М.В. Бобровский

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пущино

Показана роль методов морфологического анализа профиля почвы в расшифровке почвенной памяти. Морфогенез профиля представлен как сложная совокупность процессов образования и разрушения морфологических структур разного ранга. Наиболее существенные перегруппировки материала связаны с педотурбациями, которые в лесных почвах обычно вызваны ростом и отмиранием корней, вывалами деревьев, деятельностью педофауны. Рассмотрены особенности записи и хранения информации об истории биогеоценозов в суглинистых и песчаных почвах.

Методы морфологического анализа применены для реконструкции истории почв различных лесных территорий Европейской России (более тысячи профилей). Показано, что формирование большинства почв происходило под действием как биотических, так и антропогенных факторов. Для наименее нарушенных лесных экосистем характерны почвы со слабодифференцированным строением профиля без следов оподзоливания. Наличие в почвах осветленного горизонта (E или EL) ассоциировано с присутствием в почве признаков прошлой распашки и (или) пожаров. Показаны возможности применения морфологических методов анализа почвенного профиля для реконструкции истории лесных биогеоценозов.

Ключевые слова: *лесные почвы, традиционное природопользование, педотурбации, вывалы, морфологический анализ профиля.*

Изучение истории растительного покрова, в том числе реконструкция истории лесных биогеоценозов и воздействий на них в прошлом, необходимо для адекватной оценки сукцессионного состояния лесных сообществ, для понимания причин формирования их современного состава и структуры.

Для решения подобных задач применяются методы, основанные на анализе состава и структуры растительности, а также выявлении признаков отдельных воздействий на растительность в прошлом. Представление о сукцессионном состоянии сообщества и его истории дают: анализ состояния популяций древесных видов в составе сообщества (популяционно-демографический анализ); исследование мозаики окон возобновления (наличие ветровальных окон, их площади и времени формирования и др.); анализ валежа (видовой состав валежа, его размеры, количество, разновозрастность образования и др.); изучение структурного разнообразия напочвенного покрова (эколого-ценотический анализ и др.), анализ встречаемости видов, индицирующих воздействия на экосистему в прошлом и др. Для анализа факторов формирования сообществ также применяют методы дендрохронологического анализа, исследуют следы прошлых пожаров и рубок. Однако, перечисленные методы значительно ограничены в отношении давности реконструкции истории локальных лесных массивов. Обычно они позволяют представить себе историю развития сообществ на протяжении одного – двух поколений деревьев. Более глубокие реконструкции возможны при привлечении историко-архивных и археологических данных, но такая информация часто отсутствует для локальных территорий.

Как для оценки сукцессионного состояния сообществ, так и для реконструкции их истории, целесообразно наряду с геоботаническими методами привлекать методы почвенных исследований. Морфология дает не столько средние показатели, сколько раскрывает природу явлений, сущность взаимодействия основного материала, составляющего почвенную массу. Зачастую морфологический анализ свойств почвы дает более четкое представление о состоянии профиля, чем обычные аналитические методы [7, 8, 12].

Бобровский Максим Викторович, кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник. E-mail: maxim.bobrovsky@gmail.com

В.О. Таргульяном [11] было предложено определение почвы как памяти ландшафта, сохраняющей информацию об основных закономерностях и основных этапах развития природной среды за весь период почвообразования. Иными словами, вещественные результаты педогенеза, записанные в профиле за весь период непрерывного почвообразования, можно рассматривать как почвенную память [6].

В настоящей работе мы кратко излагаем принципы реконструкции истории экосистем с помощью методов почвенной морфологии и рассказываем об основных результатах, полученных с помощью этого метода при изучении биогеоценозов лесной зоны Европейской России.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Для реконструкции генезиса почв мы применяли детальный морфологический анализ профиля на уровне горизонтов и морфонов. Морфоны – сложные или составные морфологические элементы горизонта, образованные повторяющимися простыми элементами (внутри последних нельзя провести границ с помощью невооруженного глаза и других органов чувств) [5]. Генезис почвы рассматривается как последовательность этапов ее развития, определяемая чередой экзо- и эндогенных преобразований профиля. Причиной преобразований профиля может быть как его саморазвитие, так и воздействие внешних по отношению к почве факторов. Метод «археологии экосистем», разработанный Е.В. Пономаренко ([7, 8], позволяет диагностировать эти воздействия. При этом профиль представляется как мозаика вложенных морфонов, образование большинства которых является результатом экзогенных (антропогенных или катастрофических) и эндогенных (биогенных) воздействий на экосистему. Последовательность и интенсивность различных воздействий устанавливается при анализе материала, заполняющего формы (морфоны) разного возраста.

С помощью морфологических методов анализа почв в «коротком» полнопрофильном разрезе (длиной около 1,5 м) обычно удается диагносцировать до нескольких десятков конкретных воздействий, которые биогеоценоз испытал в прошлом и которые могут быть объединены в несколько (обычно до 10-ти) этапов истории. Глубина исторической ретроспективы, доступной для реконструкции, значительно варьирует на разных участках, составляя от первых сотен до нескольких тысяч лет.

Использованы результаты макроморфологического анализа более тысячи почвенных профилей. Разрезы выполнены в 1996–2011 гг. в разных типах лесных экосистем Европейской России (подробнее см. [3]). Основная часть исследований была посвящена изучению истории малонарушенных лесов, расположенных на территориях ООПТ (заповедники «Воронежский», «Воронинский», «Калужские засеки», «Печоро-Илычский» и др., НП «Угра», «Русский Север»), а также в пределах труднодоступных таежных массивов (республики Коми, Карелия, Вологодская и Костромская области). Большинство работ выполнено в экспедициях под руководством О.В. Смирновой (ЦЭПЛ РАН, Москва).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ почвенного профиля. Рассматривая почвенный профиль как иерархическую систему структурных единиц «агрегат – морфон – горизонт – почвенный профиль», мы можем представить формирование макроструктуры профиля как образование и разрушение морфологических структур разного ранга. Процессами, способными за небольшой срок существенно преобразовывать профиль почвы, являются перегруппировки – изменения во взаиморасположении твердых компонентов почвы (педона), вызванные естественными процессами или деятельностью человека, и при этом не являющиеся следствием обогащения почвы извне или трансформации на месте [13, 14]. Наиболее существенные перегруппировки почвенного материала связаны как с процессами лессиважа и партлювации, так и с

разнообразными педотурбациями. В лесных почвах главную роль играют биотурбации, вызванные ростом и отмиранием корней, вывалами деревьев, деятельностью педофауны.

Образование горизонтов из почвообразующей породы (в ходе первичной сукцессии) и полное разрушение горизонтов в результате эрозии, денудации, экскавации и других необратимых процессов являются крайними вариантами в ряду динамики почв. В большинстве случаев при формировании и разрушении горизонтов происходит трансформация материала уже существующих почвенных горизонтов: формирование и разрушение агрегатов, перемещение материала в растворах и суспензиях, перемещение материала почвы педотурбациями, разные формы метаморфических процессов. Вовлечение в почвообразование новых порций материала почвообразующей породы связано, обычно, с очень мощными педотурбациями (глубина которых превышает глубину существующего почвенного профиля).

Часто предполагают, что изменения почвы записываются в профиле усредненно во времени [1, 6]. Нам представляется, что это справедливо далеко не во всех случаях – при такой форме записи практически невозможно было бы реконструировать историю профилей по их строению. Запись изменений природной среды в строении почвенных профилей может осуществляться как постепенно (накопительно), так и быстро (импактно). При этом импактное воздействие может характеризовать значительный этап времени в динамике экосистемы. Например, наличие западины ветровального почвенного комплекса (ВПК) большой глубины свидетельствует о достижении деревом определенных размеров и его спонтанной смерти в результате вывала. Для многих морфонов их форма и наполнение могут быть связаны с действием разных факторов. Кроме того, могут наблюдаться различные по хронологическим интервалам соотношения времен развития формы и заполнения морфонов: постепенное образование формы морфона и мгновенное его заполнение (корневой ход и перемещение в него материала при корчевке), мгновенное образование формы и постепенное ее заполнение (образование западины ВПК и отсыпка в нее материала бугра) и т.д. Одни педотурбации связаны только с перемещением материала почвы, другие также с его преобразованием (деятельность дождевых червей, вывалы деревьев).

Постепенные процессы (такие как гумусообразование или поверхностная деградация почв) за некоторый интервал времени приводят к формированию протяженных горизонтов. Затем материал этих горизонтов может частично перемещаться в иные участки профиля, сохраняться в виде локальных морфонов. При разрушении или видоизменении верхнего горизонта именно такие «запасники» позволяют реконструировать историю формирования профиля, воссоздать характер и последовательность событий – воздействий на экосистему. На характер и длительность процессов нам указывает не только количество, но и качество материала. Так, по окраске, структуре и другим свойствам гумусовых агрегатов мы можем судить о качестве (и, отчасти, минимальной длительности) гумусонакопления; по свойствам скелетан, включений отбеленного материала – о процессах поверхностной деградации (и, опять-таки, об их минимальной длительности) и т.д.

Особенности «записи информации» в профилях текстурно-дифференцированных почв определяются, в значительной степени, сочетаниями при их формировании педотурбаций разного рода и лессиважа. Для получения корректных результатов необходим учет результатов деятельности обоих вариантов переноса почвенного материала (и его сопутствующей трансформации). Процессы миграции и осаждения различных фракций обеспечивают записи о характере процессов элювиальной трансформации верхнего горизонта. Анализ строения кутан и скелетан на разных глубинах гор. ВТ, особенностей организации порового пространства позволяет примерно оценить интенсивность и степень поверхностной деградации почвенного материала, его исходный состав. Однако интерпретация результатов такого анализа значительно усложняется возможностями перемещения материала почвы педотурбациями, вторичного преобразования иллювиированного материала (на бугре и в западине ВПК, при отсыпке материала бугра, на выбросах животных-землероев и др.). При однократном перемещении материала обычно несложно представить его локализацию в профиле до перемещения. Однако,

при многократных перемещениях, сопровождающихся перемешиванием материала, задача детальной реконструкции последовательности событий может оказаться невыполнимой.

Вместе с тем, осаждение частиц в иллювиальном горизонте маскирует поверхность почвенных агрегатов, значительно затрудняя анализ почвенных структур, образованных в результате педотурбаций, оценку исходного состояния перемещенного материала, «замутняет почвенную память», хотя и не стирает ее. Наиболее информативным для реконструкции этапов развития экосистемы является анализ материала в корневых ходах и западинах ВПК при учете последовательности формирования морфонов, при различении факторов образования формы и заполняющего ее материала, внимании к включениям-маркерам.

Особенности «памяти» песчаных почв во многом определяются невозможностью перемещения в них минеральных частиц в результате лессиважа. Кроме того, материал песчаных почв, в сравнении с суглинистыми, обычно в меньшей степени преобразуется в ходе отсыпки бугра ВПК: не происходит переорганизации почвенной массы в результате тонкой сепарации при латеральном переносе материала в западину; в результате при анализе материала западины хорошо различимы «комки» порций отсыпки. Все это значительно упрощает историческую реконструкцию последовательных перемещений материала, определение факторов формирования морфонов. В результате, в песчаных почвах прочтение «дальней памяти» зачастую оказывается более ясным, по сравнению с суглинистыми почвами, вопреки распространенному мнению о том, что песчаные почвы не обладают достаточным почвообразующим потенциалом для отражения «дальней памяти».

Железистый метаморфизм, гидрогенная трансформация и другие процессы могут в значительной степени видоизменять материал, однако, в большинстве случаев, сохраняют возможность реконструкции истории по строению профиля. Сильное или полное стирание памяти песчаных почв происходит только при отбеливании материала вследствие развития псевдоосветления. Конечно, при разрушении почв в результате эрозии, экскавации или действия других подобных факторов, мы теряем возможность реконструкции истории экосистем на данном участке с помощью морфологического анализа профиля.

Оценка сукцессионного состояния биогеоценозов. Описанный подход представляет дополнительные критерии определения климаксного и сукцессионного состояния лесных сообществ. Основой для определения сукцессионного состояния лесной экосистемы обычно является проведение сравнительного анализа состояния популяций видов деревьев, входящих в состав фитоценоза. Для определения стадии сукцессии и ее направления наиболее существенным является сравнение состояний ценопопуляций ранне- и позднесукцессионных видов деревьев. Для определения сукцессионного состояния большинства лесных сообществ на территории Европейской России такого подхода оказывается вполне достаточно.

Большую сложность представляет отнесение разновозрастного (и старовозрастного) леса, образованного позднесукцессионными видами деревьев к позднесукцессионному, субклимаксному или климаксному состоянию. Для этого необходимо учитывать также степень и характер развития gap-мозаики и мозаик ВПК (разновозрастность, размеры этих мозаик и др.), эколого-ценотическую структуру напочвенного покрова, степень представленности потенциальной флоры [9]. Крайне существенным является привлечение методов анализа строения почвенных профилей.

При длительном свободном развитии лесной экосистемы совокупная деятельность биоты приводит к формированию протяженного гумусового (в широком смысле) горизонта. Его мощность соответствует глубине активного перемешивания почвы биотой: в лесной зоне Европейской России в среднем 40–90 см, в максимуме до 2 м. Главный признак стабильности почвенного покрова – преимущественное расположение опорных корней и ветровальных западин в пределах недифференцированного, равномерно гумусированного горизонта [8]. Соответственно, определению стабильных, климаксных почв соответствуют почвы со слабо дифференцированным строением профиля. При этом необходимо понимать, что понятия «сукцессия» и «климакс» применимы только к экосистеме в целом [10]. Поэтому говорить о

сукцессионных или климаксных почвах можно только в контексте обсуждения состояния экосистемы.

Особенности динамики почв и истории лесных экосистем Европейской России. Нашими исследованиями показано, что разнообразие существующих почв и пестрота почвенного покрова в лесной зоне европейской России в значительной мере определяется разнообразием способов природопользования, сменами систем хозяйства, многократной ротацией различных угодий при многократном наложении различных воздействий на один участок. Большую роль в формировании мозаичности почвенного покрова играет наложение процессов восстановления и деградации лесных экосистем и их компонентов, т.е. чередование этапов спонтанного развития биогеоценозов и активного природопользования. В связи с этим как деградацию, так и восстановление почвенного профиля в большинстве случаев невозможно представить как однонаправленный линейный процесс [2, 3].

Результаты исследования лесных почв различных регионов Европейской России показали, что наиболее обычными эндогенными воздействиями являются роющая деятельность животных, в первую очередь видов почвенной мезо- и макрофауны, деятельность корней (корневые ходы), ветровалы (ветровально-почвенные комплексы, ВПК). Следы прежних ветровалов присутствуют почти во всех почвах. Часто в одном профиле отмечаются следы разновозрастных ветровалов (до 8-ми ярусов старых западин). При этом материал, заполняющий западины, представляет важную информацию для реконструкции биоценотической обстановки на момент смерти дерева (см. выше). Глубина перемешивания почвы биотой составляет для лесной зоны европейской России в среднем 40–90 см, в максимуме до 2 м.

Среди экзогенных по отношению к экосистеме воздействий наиболее обычны распашка и пожары. Следы распашки встречаются повсеместно в суглинистых почвах от лесостепи до южной тайги. Следы пожаров были встречены почти во всех лесных почвах в северной и средней тайге, они обычны и в песчаных почвах более южных регионов. Характер углей (размер, окатанность) говорит о времени, прошедшем после пожара, а также о событиях, способствовавших видоизменению первоначальной формы углей.

Формирование осветленного подзолистого или элювиального горизонта и, соответственно, почв с дифференцированным профилем чаще всего является результатом действия экзогенных по отношению к живому покрову факторов деградации. Почвы подзолистого ряда, характерные для значительной части лесной зоны, представляют собой сукцессионные варианты, различные по степени и характеру деградации, по давности начала демутации (при ее наличии). В ходе сукцессии в результате биогенных педотурбаций может происходить увеличение мощности подзолистого горизонта и/или погребение фрагментов гумусового горизонта. Затем, вследствие аккумуляции гумуса и биогенной гомогенизации, происходит переход к почвам с более однородной окраской и, наконец, к темноцветным почвам с равномерно гумусированным корнеобитаемым слоем.

В зависимости от множества факторов восстановление растительности и почвы может происходить в разной степени асинхронно. Флористические и фаунистические потери зачастую приводят к невозможности протекания полной восстановительной сукцессии – в этом случае формируются диаспорические субклимаксы. Широкое распространение почв, отвечающих признакам сукцессионных стадий или диаспорического субклимакса, соответствует абсолютному преобладанию на территории европейской России растительных сообществ того же сукцессионного статуса.

Результаты изучения истории лесных экосистем показывают, что уже долгое время для лесных экосистем Европейской России протекание сукцессии по схеме «нарушение – демутация – климакс» являлось скорее исключением, чем правилом. На многих территориях на протяжении сотен и тысяч лет действие антропогенных факторов было постоянным или краткопериодическим. Незавершенные аутогенные сукцессии, аллогенные сукцессии, дигрессии представляли собой основные формы динамики экосистем. Таким образом, определяющим фактором формирования разнообразия существующего почвенного покрова на территории

лесной зоны Европейской России была совокупная средопреобразующая деятельность биоты и человека.

Так, в районах распространения пашенного земледелия (территория современной неморальной полосы и частично неморально-бореальной полосы), наряду с биотическими факторами, ведущими факторами долговременной динамики почв являлись давность распространения разных систем земледелия, размеры и стабильность угодий, наличие периодов запустения (свободного развития леса), частота и длительность таких периодов, а также уровень агротехники при пашенном земледелии, который мог быть высоким (настоящее трехполье, позже травопольная и плодосменные системы земледелия) или низким (паровая система с недостаточным удобрением, переложная система).

В районах распространения пожаров (территория бореальных лесов, частично неморально-бореальных лесов, полесий в пределах неморальной полосы) ведущими факторами долговременной динамики почв были, соответственно, давность пожаров (выжиганий), частота пожаров разных типов, размеры пройденных огнем участков и т.п. При этом в одних случаях биота противостояла деградации почв, а в других – усиливала ее (при дегрессиях, некоторых вариантах аллогенного развития экосистем).

Как при сельскохозяйственном освоении, так и при пожарах ключевое значение для протекания сукцессий имели рефугиумы, не затронутые этими воздействиями: их доля в ландшафте, конфигурация и другие пространственные параметры, а также набор сохранявшихся в них видов.

Наблюдаемые проявления связей между различными вариантами дифференциации почвенного профиля, с одной стороны, и географическими и геологическими особенностями территории, с другой, могут определяться опосредованно, через зонально-, регионально-, литологически- и другим образом дифференцированное действие других факторов.

Разнообразие воздействий, многократная ротация различных угодий, лесных и нелесных; появление и исчезновение поселений; смены систем хозяйствования и т.п. делают реконструкцию истории живого покрова конкретных территорий весьма трудной задачей. Мы считаем, что ответы на значительную часть вопросов можно найти в самих почвах, в строении их профилей, хранящих следы прежних воздействий на экосистему. Почвенные горизонты большинства современных почв полигенетичны, их формирование является результатами сочетаний таких хорошо описанных в литературе процессов, как лессиваж, различные варианты метаморфоза и т.п., и разнообразных педотурбаций.

Использование метода морфологического анализа почвенного профиля позволяет существенно расширить возможности рекострукции истории лесных экосистем, а также может являться важной составляющей оценки сукцессионного состояния лесов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Александровский А.Л., Александровская Е.И.* Эволюция почв и географическая среда. М.: Наука, 2005. 223 с.

2. *Бобровский М.В.* Лесные почвы: биотические и антропогенные факторы формирования // Восточноевропейские леса. История в голоцене и современность. Под ред. О.В.Смирновой. М.: Наука, 2004. Кн. 1. С. 381–427.

3. *Бобровский М.В.* Лесные почвы Европейской России: биотические и антропогенные факторы формирования. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 359 с.

4. *Караваева Н.А., Жариков С.Н., Кончин А.С.* Пахотные почвы Нечерноземья: процессно-эволюционный подход к изучению // Почвоведение. 1985. № 11. С. 114–125.

5. *Корнблюм Э.А.* Основные уровни морфологической организации почвенной массы // Почвоведение. 1975. № 9. С. 36–48.

6. Память почв: Почва как память биосферно-геосферно-атропосферных взаимодействий. Отв. ред. В.О. Таргульян, С.В. Горячкин. М.: Издательство ЛКИ, 2008. 692 с.

7. *Пономаренко Е.В.* Почвенно-морфологические признаки антропогенных изменений лесных ценозов // Популяционная организация растительного покрова лесных территорий (на примере широколиственных лесов европейской части СССР). Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1990. С. 66–81.

8. *Пономаренко Е.В.* Методические подходы к анализу сукцесионных процессов в почвенном покрове // Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия. Под ред. О.В.Смирновой, Е.С.Шапошникова. СПб.: РБО, 1999. С. 34–57.

9. *Смирнова О.В., Бобровский М.В., Ханина Л.Г.* Использование демографических методов для оценки и прогноза сукцессионных процессов в лесных ценозах // Бюлл. МОИП. Сер. биол. 2001а. Т. 106. № 5. С. 26–34.

10. *Смирнова О.В., Торопова Н.А.* Сукцессии и климакс как экосистемный процесс // Успехи современной биологии. 2008. Т. 128. № 2. С. 129–144.

11. *Таргульян В.О.* Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М.: Наука, 1971. 260 с.

12. *Турсина Т.В.* Микроморфология естественных и антропогенных почв. Автореф. докт. дис. М, 1988. 51 с.

13. *Hole F.D.* A classification of pedoturbation and some other processes and factors of soil formation in relation to isotropism and anisotropism // Soil Sci. 1961. Vol. 91. P. 375–377.

14. *Johnson D.L., Keller E.A., Rockwells T.K.* Dynamic pedogenesis: new views on some key soil concepts, and a model for interpreting quaternary soils // Quantenary research. 1990. Vol. 33. P. 306–319.

SOIL SCIENCE FOR VEGETATION SCIENTISTS: HOW WE CAN FIND OUT THE HISTORY OF ECOSYSTEMS

© 20012 M.V. Bobrovsky

Institute of physicochemical and biological problems in soil science of the Russian Academy of Sciences

The article shows a role of the soil morphological methods for the decoding of soil memory. We consider a soil profile formation as a complicated set of the horizontation and haploidization processes. The most important regrouping of soil matter is caused by pedoturbations due to the growth and extinction of the tree roots, tree falls with uprooting, and pedofauna activities. The report considers features of the information recording and storing on ecosystem history in loam and sand soils.

Methods of morphological analysis allow to reconstruct history of soil in different regions of European Russia. Soil structure of more then 1000 full-profile soil sections were studied in different forest types. Our results showed that appreciable human induced changes in the studied regions caused mainly by the following agricultural activities. A total list of land management activities was the same for all areas and the main of them were the following: slash-and-burn, forest grazing, plowing, fires, timber cutting, and tree planting. But there was difference in the impacts beginning, duration, and alternation with free ecosystem development for different geographic regions. Results show there was nonlinear development over the all studied regions: forest recovery and forest degradation were not linear unidirectional processes as for a level of local ecosystems, as for a landscape level.

Key words: *forest soil, traditional landuse, pedoturbation, tree fall with uprooting, morphological analysis of soil.*

Bobrovsky Maxim Viktorovich, PhD, Leading scientific researcher. E-mail: maxim.bobrovsky@gmail.com

УДК 581.526.33 (470.312)

ГЕНЕЗИС И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2012 Е.М. Волкова[1], Д.В. Зацаринная[2]

[1] Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, г. Тула
[2] ГУК ТО «Объединение «Тульский областной историко-архитектурный и литературный музей», г. Тула

В статье представлены результаты изучения особенностей возникновения болот, стратиграфии их торфяных отложений, свойств торфа, структуры растительного покрова и продуктивности болотных фитоценозов.

Ключевые слова: *генезис, торфяные отложения, растительность, продуктивность, болотные экосистемы, Тульская область*

Болота, как интразональный тип экосистем, формируются при определенном сочетании геоморфологических, гидрологических, геологических и климатических особенностей территории [19]. Соотношение указанных факторов обуславливает формирование разных типов болот, характеризующихся определенным генезисом, специфичной растительностью, глубиной, строением и свойствами торфяных отложений, а также некоторыми функциональными параметрами (динамика уровня залегания и гидрохимических показателей болотных вод, продуктивность растительных сообществ, скорость вертикального и горизонтального прироста торфов). Учет всех составляющих позволяет комплексно оценить современное состояние болотной экосистемы и определить перспективы ее дальнейшего развития.

Такой подход применен при изучении болот Тульской области. Регион расположен на северо-востоке Среднерусской возвышенности, на границе лесной и лесостепной растительных зон. Общая заболоченность составляет 0,07% [2]. На территории области представлены разные типы болот, как по геоморфологическому положению, так и по водно-минеральному питанию. Разнообразие болот позволило провести районирование и выделить 4 болотных района [3]:

1. Приокский район олиго- и мезотрофных водораздельных и террасных болот, подстилаемых песками;
2. Засечный район олиго- и мезотрофных водораздельных карстово-суффозионных болот, подстилаемых разновозрастными глинами;
3. Верхнедонской район эвтрофных пойменных болот;
4. Южный слабозаболоченный район мелкозалежных пойменных болот.

В каждом районе были выбраны модельные болотные объекты, на которых проводили описание растительности [17, 18], бурение торфяной залежи и отбор образцов торфа для определения ботанического состава и степени разложения [1], водно-физических и некоторых химических свойств торфов (влажность, объемный вес, влагоемкость, зольность, кислотность) [11, 14]. По профилю торфяных залежей, начиная с придонных слоев, были отобраны образцы на радиоуглеродный анализ с целью определения возраста болот и интенсивности торфообразования (Институт Географии РАН). На основе состава и строения торфяных отложений были реконструированы этапы генезиса болот. Для наблюдений за гидрохимическими показателями (общая минерализация - ОМ), уровнем залегания болотных вод (УБВ) и pH в течение вегетационных сезонов [7, 8, 9, 16] на некоторых объектах были установлены и занивелированы трубки, а также определена продуктивность растительных сообществ (травяной ярус - укосный метод, подземная продукция (0-10 см) - метод монолитов Шалыта) [10, 22].

Волкова Елена Михайловна, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и технологии растениеводства. E-mail: convallaria@mail.ru; *Зацаринная Дина Владимировна*, научный сотрудник отдела природы. E-mail: dvisloguzova@gmail.com

Как показали проведенные исследования, образование болот сопровождается 2-мя типами заболачивания: “bottom up” (вертикальный прирост торфяной залежи со дна понижения) и “top down” (формирование сплавины на поверхности водоема с последующим отделением ее нижних частей и опусканием на дно депрессии) [23]. Характер болотообразовательного процесса зависит от особенностей водно-минерального питания и, в первую очередь, от объема воды в депрессии. Источником влаги чаще являются пойменные, грунтовые и поверхностные (делювиальные) воды, реже – атмосферные осадки.

Наиболее распространен “bottom up” тип. По этому типу происходит образование пойменных болот, занимающих обширные площади в долинах Упы и некоторых более мелких притоков Оки, а также Дона и Непрядвы. Образование большинства пойменных болот, как показывает строение стратиграфических колонок, сопровождалось формированием влаголюбивой травяной или травяно-гипновой, реже – древесной растительности на дне понижения. Глубина депрессий в пойме варьирует от 1 до 5 м.

В наиболее дренированных условиях образование болот начинается с поселения древесных пород (береза, черная ольха, ива). Застойное увлажнение обеспечивает внедрение, тростника, видов болотного разнотравья, образующих соответствующие виды торфа. Стабильность водно-минерального питания болот способствует формированию гомогенной залежи, образованной только одним видом торфа. Напротив, изменение водного режима коррелирует с наличием в залежи разных видов торфа. Растительный покров пойменных болот эвтрофного, реже (долина Оки) – мезотрофного типа.

В качестве модельных объектов были изучены болота Верхнедонского района: 1 – Большеберезовское (площадь – 3 га, глубина - 2,3 м), 2 – болото Подкосьмово (площадь - 1,2 га, глубина - 1,2 м), сформированные в право- и левобережной части поймы р. Непрядва (приток Дона). Как показали результаты радиоуглеродного датирования, образование болот началось в Атлантический период Голоцена: 6310±80 (Большеберезовское), 4405±168 л.н. (Подкосьмово). Начальные этапы болотообразовательного процесса сходны, поскольку сопровождались формированием тростниковых или осоковых ценозов в условиях затопления депрессии аллювиальными и подпитки грунтовыми водами. Стабильность водно-минерального питания проявляется в гомогенной структуре торфяных отложений, представленных тростниковым и осоковым торфами соответственно.

Изучение датировок торфяных образцов с разных глубин залежи показало, что интенсивность торфонакопления составляет 0,2-1,2 мм/год [6]. Низкая скорость вертикального прироста болот обусловлена периодическим снижением УБВ, увеличением аэрации верхнего горизонта торфяной залежи, что способствует ускорению процессов минерализации и гумификации отмерших растительных остатков в результате увеличения титра микроорганизмов [5]. Как результат, степень разложения торфа достигает 40-55%. При столь плотном сложении влажность торфа может понижаться до 4%, влагоемкость - до 93,4-97,6%, а объемный вес достигает 530 г/дм^3. Кроме того, такие торфа характеризуются высокой зольностью - 12-18% [15], значительным содержанием кальция (15-24 г/кг) и калия (3,1-4,2 г/кг), pH-6,2.

Выявленные свойства торфа являются следствием сохранения эвтрофного характера растительности на всех этапах развития болота. Такие сообщества формируются в условиях периодичного заливания полыми водами и притока грунтовых вод. В течение сезона показатель УБВ варьирует от +10 см до -40 см на естественном болото Подкосьмово, а на осушенном Большеберезовском болоте понижается до -70 см. В таких условиях продуктивность травяного яруса березово-тростникового (Betula pubescens - Phragmites australis) и ивово-осокового (Salix cinerea - Carex vesicaria) фитоценозов составляет 4978-5986 г/м^2 (Большеберезовское болото), а осоково-хвощового (Carex rostrata+C. acuta+ Equisetum fluviatile) и таволго-хвощового (Filipendula ulmaria+Equisetum fluviatile) ценозов достигает 7580-7721 г/м^2 (болото Подкосьмово).

Таким образом, благоприятные условия водно-минерального питания способствовали заболачиванию различных по площади понижений в поймах рек. Минерализация аллювиальных и грунтовых вод обеспечили формирование эвтрофной растительности, а периодичность

затопления обеспечила образование низинного торфа высокой степени разложения. Пойменные болота активно формировались в Атлантический период Голоцена и характеризуются низкой скоростью прироста.

На водоразделах наиболее часто встречаются карстово-суффозионные болота. Частота и плотностью размещения депрессий данного происхождения зависят от тектонической активности территории. В зонах тектонических разломов плотность таких провалов достигает 50-100 шт/км^2 [21]. При этом, они могут располагаться одиночно или группами (комплексами), обычно занимают небольшие площади, имеют глубину до 10 и более метров, округлую или овальную форму. Заболачивание карстовых депрессий протекает по-разному. Глубина торфяных отложений варьирует от 1 до 9 (10) м, что связано с типом заболачивания.

Тип "bottom up" характерен для неглубоких (1-3 м) слабообводненных понижений, а также для более глубоких депрессий (3-10 м) при наличии проточного увлажнения или дренажа. Основной источник влаги – делювиальные или грунтовые воды. Начальные этапы заболачивания зависят от объема стекающих вод и сопровождаются формированием древесных, травяных, реже – при умеренном увлажнении – зеленомошных сообществ. Образование болот в глубоких депрессиях началось 6-8 тыс. лет назад, мелкозалежные суффозионные болота являются более «молодыми» [4]. Торф «прирастает» со дна понижения со скоростью 0,2-1,8 мм/год. Торфяная залежь обычно гетерогенная по строению, что свидетельствует об изменении (обеднении) водно-минерального питания по мере прироста отложений.

Характер растительности обусловлен свойствами питающих вод и зависит от подстилающей породы. Так, в Приокском районе на зандровых песках долины Оки в депрессиях карстово-суффозионного происхождения формируются олиго- и мезоолиготрофные болота. В Засечном районе подобные депрессии выстланы глиной, а основной почвообразующей породой окружающих территорий являются суглинки, что определяет более богатый минеральный состав делювиальных вод и обуславливает эвтрофный характер болотной растительности.

В качестве модельных объектов были изучены болота Клюква (Приокский район) и Источек (Засечный район). Болото Клюква (площадь 1 га, глубина 2,7 м) образовалось 8350±90 л.н. Скорость вертикального прироста торфа варьировала от 0,17 до 1,6 мм/год. Начальные этапы заболачивания сопровождались формированием травянистых сообществ с участием сосны. Постепенно происходило обеднение водно-минерального питания, поскольку низинные торфа сменились переходными (на глубине 2.0 м), а затем (на глубине 50 см) - пушицево-сфагновым и сфагновым верховыми. Именно эти торфа слагают корнеобитаемый горизонт болота. Степень разложения торфов варьирует от 5-10% в поверхностных горизонтах до 40-45% на глубине 80-100 см (медиум торф), что обуславливает их низкий объемный вес (глубина 5-15 см: 55,6-83,4 г/дм^3) и высокую влагоемкость (370-448%). Такие торфа являются кислыми (pH=2,7-3,2), низкозольными (5,3-8,3%), характеризуются низким содержанием кальция (1,3 г/кг) и калия (0,7-1,1 г/кг).

Выявленные свойства обуславливают олиготрофный характер современной растительности болот. В растительном покрове представлены сосново-пушицево-сфагновые (Pinus sylvestris - Eriophorum vaginatum - Sphagnum magellanicum+S. angustifolium) и сосново-кустарничково-пушицево-сфагновые (Pinus sylvestris - Oxycoccus palustris+Eriophorum vaginatum - Sphagnum magellanicum+ S. angustifolium) фитоценозы на микроповышениях (гряды), а в мочажинах - пушицево-сфагновые (Eriophorum vaginatum - Sphagnum angustifolium) и клюквенно-сфагновые (Oxycoccus palustris - Sphagnum angustifolium) ценозы. Такие сообщества формируются в условиях бедного водно-минерального питания ($ОМ_{ср}$ = 60 мг/л, $pH_{ср}$ - 3,1) и характеризуются низкой надземной продуктивностью (травяно-кустарничковый и моховой ярусы) - 240,6-376,2 г/м^2. Уровень залегания болотных вод варьирует и понижается до -40-(-50 см) на грядах. При достаточной аэрации сфагновые мхи активно прирастают и формируют слаборазложенные, рыхлые торфа в поверхностном горизонте. Как результат, подземная продукция на глубине 0-10 см также является низкой (468-556 г/м^2).

Использование более минерализованных делювиальных вод в питании болота Источек (площадь 0,16 га, глубина – 7,5 м), расположенного на территории Засечного района, является

причиной формирования эвтрофных ценозов. Болото сформировано на склоне водораздела и состоит из 2-х частей: центральной и окраинной. Центральная часть представлена березово-травяно-сфагновым (Betula pubescens - Menyanthes trifoliata + C alla palustris – Sphagnum centrale+S. wulfianum) и березово-осоково-сфагновым (Betula pubescens - Carex vesicaria+C. riparia – Sphagnum squarrosum), а окрайки - черноольхово-папоротниковым (Alnus glutinosa – Athyrium filix-femina+Dryopteris carthusiana) сообществами. Продуктивность таких ценозов достигает 5870-8403 г/м^2 [20], что является следствием аэрации корнеобитаемого горизонта и высокого содержания солей в болотных водах. Как показали наши исследования, для данного объекта характерна значительная амплитуда колебания УБВ в течение вегетационного сезона: от -3 до -40,5 см в центре и от + 25 до -40 см в окраинной части. Кроме того, высоким является содержание солей в болотных водах - 143-173 мг/л, pH варьирует от 4,2 до 4,9.

Болото образовалось в 2-х расположенных рядом и впоследствии объединившихся депрессий глубиной 5,5 м (центральная часть) и 7,5 м (черноольшаник) более 5 тыс. л.н. [4]. Начальные этапы болотообразовательного процесса в разных частях болота были сходны и сопровождались формированием зеленомошных сообществ. Это свидетельствует об образовании небольшого водоема-«лужи» на дне депрессии, который зарастал гипновыми мхами (*Drepanocladus sp*., *Calliergon cordifolium*). На образовавшемся торфе поселились травянистые растения, а затем, по мере прироста залежи, внедрились сфагновые мхи. Такое строение залежь имеет в центральной части, что отражает изменение гидрологического режима. Наряду со значительной амплитудой УБВ, это свидетельствует о преобладающей роли делювиальных и крайне незначительном участии грунтовых вод в питании болота. Внедрение сфагновых мхов диагностирует увеличение атмосферного питания корнеобитаемого горизонта залежи. В таких условиях скорость вертикального прироста болота составляет, в среднем, 0,5 мм/год. Степень разложения торфа в центральной части варьирует в пределах 30-35 (40)%. До глубины 1 м торфяная залежь сформирована сфагновым низинным торфом, который характеризуется низкой зольностью - 5,5-6,3% (за исключением поверхностных образцов – 20,7%) и pH 3,6 – 4,8. Содержание кальция выше, чем на предыдущем объекте и составляет 4-9 г/кг, а калия ниже - 0,6-0,8 г/кг торфа. Объемный вес такого торфа достигает 519-756 г/дм^3. Черноольховая часть характеризуется гомогенной залежью, образованной соответствующим торфом, что является следствием постоянного увлажнения этой части болота в результате стока с центральной части.

Таким образом, «bottom up» тип заболачивания характерен для слабо- и умеренно (постоянно или периодически) увлажненных депрессий. В условиях богатого водно-минерального питания это способствует формированию эвтрофной растительности, интенсивному разложению отмерших частей и образованию низинного торфа, которому свойственны высокая степень разложения и показатели объемного веса, низкая влагоемкость. Указанные параметры характерны для большинства пойменных болот, характеризующихся гомогенной залежью, что отражает стабильность их гидрологического режима (в первую очередь, минерализации).

Изменчивый гидрологический режим, сопровождающийся снижением минерализации питающих вод в результате вертикального прироста торфа и постепенным переходом на атмосферное питание, характерен для карстово-суффозионных понижений на водоразделе. В результате происходит смена растительности, что находит отражение и в гетерогенной структуре торфяных отложений. При этом верхние горизонты, полностью или частично перешедшие на использование атмосферных осадков, образованы сфагновыми (низинными или верховыми) торфами, свойства которых отличаются от травяных или древесных в более глубоких горизонтах залежи. Если в питании болот преобладают бедные делювиальные воды (например, на зандровых песках долины Оки), то такое болото характеризуется олиготрофной растительностью и наличием в торфяном профиле слаборазложившихся кислых верховых торфов, обладающих низкими показателями объемного веса и высокой влагоемкостью. Однако необходимо отметить, что такие болота встречаются редко и только в Приокском районе.

Наиболее распространены, особенно в Засечной черте, эвтрофные болота с низинной гетерогенной залежью, в которой встречаются сфагновые виды торфа.

Полученные результаты позволяют выделить внутри этого типа болот по генезису 2 группы, различающиеся характером водно-минерального питания, растительностью, структурой торфяной залежи и некоторыми свойствами торфа: пойменные и карстово-суффозионные водораздельные болота.

Разнообразие депрессий карстового происхождения на территории Засечного района по глубине и объему накапливающейся влаги является причиной разных начальных этапов генезиса болот [3]. В зонах тектонической активности, усиливающих процесс карстообразования, показано формирование комплексов провалов, которые часто имеют линейное расположение. Глубина таких провалов может достигать 10-15 и более метров. Их высокое обводнение (озерки) является причиной заболачивания по типу «top down» [23]. Как результат, болота имеют торфяные отложения в виде сплавины, нижние части которой отделяются и «зависают» под сплавиной в воде или опускаются ко дну депрессии. Толщина сплавины обычно не превышает 2,5-3 м, а ее активный вертикальный прирост обеспечивает переход корнеобитаемого горизонта на атмосферное питание, что определяет формирование олиго- и мезотрофных фитоценозов.

Болота подобного генезиса описаны на территории Засечного района. Модельным объектом явился комплекс карстово-суффозионных болот у п. Озерный, состоящий из 35 провалов, находящихся на разных стадиях развития сплавины [3]. В исследовании использованы болота (перечислены по мере увеличения толщины сплавины и изменения характера растительности):

1. Воронка (площадь 0,05 га, глубина 7 м) – образовано в одиночном провале, который заполнен водой. На поверхности воды сформирована 40-см-ая по толщине сплавина, образованная опавшими с берегов листьями и ветками деревьев. На такой «листовой подушке» сформировано травяное сообщество (Athyrium filix-femina+Impatiens noli-tangere).
2. Телиптерисовое (0,2 га, 8-10 м) – образовано в нескольких провалах, заполненных водой и перекрытых сплавиной (*). Сплавина имеет толщину 1,5 м и состоит из сфагнового, травяно-сфагнового и осокового низинных видов торфа. При этом возраст сплавины на глубине 1 м составляет 113 (±81) лет. Растительный покров формируют травяные (Calla palustris+Solanum dulcamara, Athyrium filix-femina+Impatiens noli-tangere) и березово-травяные (Betula pubescens - Thelypteris palustris+Solanum dulcamara, Betula pubescens - Thelypteris palustris+Scirpus sylvaticus и Betula pubescens - Thelypteris palustris) сообщества. В центре сплавины сформирован березово-вахтово-сфагновый (Betula pubescens - Menyanthes trifoliata - Sphagnum riparium) ценоз.
3. Любимое (0,18 га, 7 м). Сплавина* имеет толщину 2,5 м и образована травяным и травяно-сфагновым низинными торфами. На глубине 2 м торф имеет возраст 833 (±60) года. Растительность центральной части представлена березово-травяно-сфагновым (Betula pubescens-Menyanthes trifoliata-Sphagnum centrale) сообществом.
4. Главное (1 га, глубина более 10 м). Сплавина* имеет толщину 2,5-3 м, которая в центральной части образована пушицево-сфагновым и сфагновым переходными торфами. На глубине 2 м возраст торфа составляет 865 (±62) лет. На сплавине сформированы очеретниково-осоково-сфагновые фитоценозы (Rhynchospora alba - Carex rostrata - Sphagnum magellanicum+S.fallax, реже - Rhynchospora alba - Carex rostrata - Sphagnum fallax+S. angustifolium).

Как видно, все рассмотренные сплавинные болота достаточно «молоды», что свидетельствует об их активном росте – скорость вертикального прироста торфа достигает 2,6-8,8 мм/год. Датирование образцов торфа с одной глубины, но в разных частях сплавины (центр – окрайка) позволило также рассчитать скорость ее горизонтального роста – показатель составляет 7 см/год. Благодаря такому разрастанию сплавины участие делювиальных вод в питании центральной части снижается и возрастает доля атмосферных осадков. Это способствует смене эвтрофных гигрофильно-травяных сообществ (Воронка) на мезоолиготрофные очеретниково-

осоково-сфагновые (Главное). В этом направлении отмечается увеличение продуктивности указанных растительных сообществ от 4329 до 9258 г/м^2, причем в структуре продукции доминирует подземная фракция (до 95%).

Следует указать на динамику сезонной изменчивости УБВ по мере роста толщины сплавины. Так, на начальных этапах формирования сплавины стекающие в депрессию делювиальные воды обуславливают ее высокое и равномерное увлажнение. Примером является болото Воронка, где среднее УБВ в течение вегетационного сезона составляет (-1,2) см, а сезонные колебания этого показателя выражены очень слабо - их амплитуда не превышает 3 см [12, 13]. По мере прироста толщины сплавины УБВ понижается и амплитуда показателя увеличивается, что демонстрируют другие объекты: в центральной части болота Телиптерисовое среднее значение УБВ=-7 см, а сезонная амплитуда 6,8 см; на болоте Любимое среднее УБВ снижается до (-13,5 см), а амплитуда составляет 10,5 см. На более «зрелой» сплавине болота Главное УБВ опускается до (-9,6 см), а амплитуда увеличивается до 14-19 см. В указанном направлении происходит снижение показателей минерализации болотных вод (от 86 до 56 мг/л). Следовательно, развитие сплавины сопровождается увеличением ее толщины, постепенным переходом на атмосферное питание, что влияет на изменение гидрологических и гидрохимических показателей болотных вод и обуславливает смену растительных сообществ.

Свойства торфяных отложений изучены в поверхностных образцах (0-20 см) залежей болот Телиптерисовое, Любимое и Главное, что отражает современное состояние водно-минерального питания. В указанном ряду отмечается не только смена ботанического состава, но и уменьшение степени разложения торфов (с 20 до 5%). Торфа становятся более кислыми (pH меняется от 5,9 до 4,1) и влагоемкими (от 132 до 204-898%), уменьшается их объемный вес (от 124 до 116,8 г/дм^3). Содержание кальция варьирует от 2,5 до 6,2 г/кг.

Таким образом, «top down» тип заболачивания характерен для сильнообводненных глубоких депрессий карстово-суффозионного происхождения, формирующихся на водораздельных пространствах, которым свойственна тектоническая активность. Образование сплавины начинается на поверхности воды, в центральной части понижения. Начальные этапы развития сопровождаются формированием эвтрофных травяных ценозов в условиях высокого обводнения делювиальными и выклинивающимися грунтовыми водами. Увеличение размеров сплавины является причиной снижения ее фильтрационной способности и потому участие минерализованных поверхностных вод в питании корнеобитаемого горизонта уменьшается. В результате такого постепенного перехода на атмосферное питание в растительном покрове увеличивается доля мезо- и олиготрофных видов растений. Торфяные отложения сплавин имеет гетерогенную структуру, которая отражает смену видов и типов торфов при изменении водно-минерального питания. В строении сплавин наблюдается переход к сфагновым торфам.

Сравнение выявленных характеристик болот, образованных по типу «top down», с таковым для болот с целостной залежью («bottom up»), свидетельствует о том, что сплавинные болота характеризуются более стабильным гидрологическим режимом, поскольку амплитуда УБВ не превышает 20 см в течение сезона. Кроме того, минерализация питающих вод значительно ниже по сравнению с болотами иного генезиса. Все это способствует более быстрому переходу к использованию атмосферного питания, что обеспечивает формирование мезо- и олиготрофных растительных сообществ, которые характеризуются более высокой продуктивностью и встречаются значительно чаще на сплавинных болотах, чем на болотах со сплошной залежью (в пределах Засечного района). По возрасту эти болота более «молодые» (возраст менее 1 тыс. лет) и им свойственна высокая скорость вертикального прироста торфа. При этом необходимо указать, что болота, образованные по типу «bottom up», разнообразнее по геоморфологическому положению (не только водораздельные, но и пойменные), являются более древними (возраст 8-9 тыс. лет) и характеризуются низкой скоростью торфообразования.

Различия в свойствах торфов связаны с характером водно-минерального питания болота. Наиболее достоверные отличия между болотами разного генезиса выявлены по ботаническому составу, степени разложения, объемному весу, влагоемкости и зольности торфов.

Проведенные исследования свидетельствуют о взаимосвязи различных структурно-функциональных компонентов болот с их происхождением. Как показали результаты, геоморфологическое положение и особенности водно-минерального питания (объем и минерализация вод) определяют тип заболачивания депрессии, что влияет на состав и структуру растительных сообществ и обуславливает свойства торфа. Знание механизмов функционирования позволяет разработать рекомендации по сохранению болотных экосистем.

Работы выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 11-04-97538-р_центр_а)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас растительных остатков (под ред. С.Н. Тюремнова). М—Л., 1959.228 с.

2. *Волкова Е.М.* Пойменные болота северо-востока Среднерусской возвышенности // Бот. журн. 2011. Т. 96. № 4. С. 503-514.

3. *Волкова Е.М.* Редкие болота северо-востока Среднерусской возвышенности: растительность и генезис // Бот. журн. 2011. Т. 96. № 12. С. 1575-1590.

4. *Волкова Е.М.* Заболачивание карстовых и карстово-суффозионнных депрессий на территории Тульской области // Направления исследований в современном болотоведении России [под ред. Юрковской Т.К.]. Санкт-Петербург - Тула. 2010. С. 146-163.

5. *Волкова Е.М., Головченко А.В., Самощенкова Н.В., Музафаров Е.Н.* Микробиологическая характеристика торфов Тульской области // Известия тульского государственного университета. Естественные науки. 2010. Вып. 1. С. 204-214.

6. *Волкова Е.М., Новенко Е.Ю., Хасанов Б.Ф.* Динамика развития разных типов болот Тульской области // Матер. Всероссийской научной конференции с международным участием «Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы» (20-24 сентября 2011 г. Санкт-Петербург). СПб, 2011. С. 30-33.

7. *Вислогузова Д.В.* О сезонной динамике болотных вод в карстовых болотах у пос. Озерный, Тульская область // Природа Тульской области. Сб. науч. тр. Вып. 1. Тула: Гриф и К, 2007. С. 3 – 9.

8. *Вислогузова Д.В.* Эколого-гидрологические наблюдения на карстовых болотах Тульской области (на примере системы болот у пос. Озерный) // Исследования природы Тульской области и сопредельных территорий. Сб. науч. тр. Вып. 1, Тула, 2008. С. 130 – 133

9. *Вомперский С.Э., Сирин А.А., Глухов А.И.* Формирование и режим стока при гидролесомелиорации. М.: Наука, 1988. 168 с.

10. *Головацкая Е.А., Порохина Е.В.* Ботаника с основами фитоценологии: Биологическая продуктивность болотных биогеоценозов. Учебно-методическое пособие [под ред. В.А. Дырина]. Томск, Изд-во Том.ун-та, 2005. 64 с.

11. *Добровольский В.В.* Практикум по географии почв. М., 2001. 144 с.

12. *Зацаринная Д.В., Волкова Е.М.* Экологические особенности растительных сообществ карстовых сплавинных болот Тульской области // Известия ТулГу. Естественные науки. Тула, 2011. Вып.1. С. 227-236.

13. *Зацаринная Д.В., Волкова Е.М., Музафаров Е.Н.* Влияние гидрологических особенностей на структуру растительного покрова сплавинных карстовых болот // Всероссийский научно-практический журнал "Вода: химия и экология". 2011. № 7. с. 11-18.

14. *Лиштван И.И., Король Н.Т.* Основные свойства торфа и методы их определения. Минск, 1975. 320 с.

15. *Мельников К.С., Волкова Е.М., Чилачава К.Б.* Некоторые сведения о свойствах торфов Тульской области // Материалы Седьмой Всероссийской с международным участием научной школы "Болота и биосфера" (13-15 сентября 2010 г). Томск, 2010. С. 206-210.

16. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 8: Гидрометеорологические наблюдения на болотах. Изд. 3-е, перер. и доп. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 360 с.

17. Полевая геоботаника. Под общ ред. Лавренко Е.М., Корчагина А.А. Т3. М.- Л., 1964. 530 с.

18. Полевая геоботаника. под общ ред. Лавренко Е.М., Корчагина А.А. Т4. М.- Л., 1972. 336 с.

19. *Пьявченко Н.И.* Торфяники Русской лесостепи. М.: Изд-во Академии Наук СССР, 1958. 190 с.

20. *Румянцева Е.В., Волкова Е.М.* Изучение элементов углеродного баланса в болотных экосистемах Тульской области // Матер. Науч. Школы «Болота и биосфера», Томск, 2004. С. 238-245.

21. *Чикишев А.Г.* Карст Русской равнины. М., 1978. 191 с.

22. *Шалыт М.С.* Методика изучения подземной части растений // Полевая геоботаника. М-Л., 1960. Т. 2. С. 369-447.

23. *Gaudig, G., Couwenberg J., and Joosten H.* Peat accumulation in kettle holes: bottom up or top down? Mires and Peat. 2006. Vol.1,. article 6 http://www.mires-and-peat.net/

GENESIS, STRUCTURAL AND FUNCTIONAL FEATURES OF MIRE ECOSYSTEMS OF TULA REGION

© 2012 E.M. Volkova [1], D.V. Zatsarinnaya [2]

[1] - Leo Tolstoy Tula State Pedagogical University
[2] – Tula Local Museum

The article shows the results of studying of origin, stratigraphy of mire peat deposits, properties of peat, structure of vegetation and productivity of plant communities.

Key words: *genesis, peat deposits, vegetation, productivity, mire ecosystems, Tula region.*

Elena m. Volkova, Ph.D. (Botany), docent of Botany department. E-mail: convallaria@mail.ru; *Dina V. Zatsarinnaya*, researcher of Tula Local Museum. E-mail: dvisloguzova@gmail.com

УДК 581.524

СТРУКТУРА НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ВЫСОКОГОРНЫХ ПАСТБИЩ ВОСТОКА ЦИНХАЙ-ТИБЕТСКОГО НАГОРЬЯ

© 2012 Т.Г. Елумеева[1,2], У Янь[2]

[1] Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, г. Москва
[2] Институт биологии, г. Ченду (Китайская народная республика)

Изучена структура надземной фитомассы двух высокогорных сообществ на востоке Цинхай-Тибетского нагорья (Сычуань, КНР): альпийских мелкокустарниковых кобрезиево-разнотравных лугов и альпийских болот.

Растительность высокогорий Цинхай-Тибетского нагорья в течение тысячелетий формировалась под воздействием интенсивного выпаса скота, главным образом, яков. Травяные сообщества в восточной части нагорья, развивающиеся в более влажных условиях по сравнению с внутренней частью плато, отличаются значительным видовым богатством и высокой флористической насыщенностью [2]. Однако об их составе и структуре известно немного. Целью нашей работы было изучение структуры надземной фитомассы двух альпийских травяных фитоценозов, типичных для востока Цинхай-Тибетского нагорья – мелкокустарниковых кобрезиево-разнотравных лугов и альпийских болот.

Работа была проведена в альпийском поясе г. Какао, расположенной в верховьях бассейна реки Миньцзян на востоке Цинхай-Тибетского нагорья, в 40 км к северу от г. Сунпань (Songpan), Сычуань, КНР (32°59` с.ш., 103°39` в.д.). Климат района – типичный высокогорный муссонный, со среднегодовой температурой +2,9°С и годовой суммой осадков 718 мм [5]. Верхняя граница леса в этом районе достигает 3500-3800 м н.у.м., а выше располагаются альпийские луга и кустарниковые заросли с доминированием *Rhododendron* spp., *Sibiraea angustata* (Rehder) Handel-Mazzetti, *Spiraea alpina* Pallas [4]. Объектами исследования были выбраны два типичных альпийских травяных фитоценоза – мелкокустарниковый кобрезиево-разнотравный луг и альпийское болото. Мелкокустарниковые луга занимают гребни и пологие склоны южной экспозиции с небольшим, до 10 см, накоплением снега зимой. Проективное покрытие кустарников, главным образом, *Potentilla fruticosa* L. и *Caragana jubata* (Pall.) Poir., в среднем составляет 3-5%, а их высота обычно не превышает 10 см. Альпийские болота располагаются на выровненных участках у подножий склонов. Оба сообщества подвержены интенсивному выпасу.

В начале сентября 2011 года были срезаны укосы с площадок размером 0,0625 м^2 на двух типичных участках мелкокустарникового кобрезиево-разнотравного луга (нижний участок на высоте около 3935 м н.у.м., 10 укосов; верхний участок на высоте около 3975 м н.у.м., 6 укосов) и 2 участках альпийского болота на высоте около 3930 м н.у.м., по 5 укосов на каждом. Пробные площадки были расположены вдоль трансекты через один метр друг от друга.

Фитомасса была разобрана по следующим фракциям: ветошь, лишайники, мхи и сосудистые растения по видам. Воздушно-сухие образцы перед взвешиванием высушивали в сушильном шкафу при 80º в течение 8 часов и взвешивали на весах Mettler Toledo PB303-E с точностью до 0,001 г.

Для обоих сообществ нами была рассчитана суммарная фитомасса, масса ветоши и суммарная биомасса, биомасса мхов, лишайников и суммарная биомасса сосудистых растений, а также биомасса сосудистых растений по видам. Также было проведено сравнение участия спектров биомассы по функциональным группам (кустарники, разнотравье, бобовые, злаки, осоки, ситники и прочие однодольные), по жизненным формам Х. Раункиера (фанерофиты, хамефиты, гемикриптофиты, геофиты, терофиты) и И.Г. Серебрякова (кустарники, каудексные, короткокорневищные, многолетние монокарпики, однолетные

монокарпики, плотнодерновинные, рыхлодерновинные, длиннокорневищные, клубневые, луковичные).

Всего на площадках мелкокустарникового луга было отмечено 67 видов сосудистых растений, а флористическая насыщенность составила 32±1 вид на площадку 0,0625 м^2. Общая надземная фитомасса лугов составила 443±26 г/м^2, из которых на ветошь пришлось 101±6 г/м^2 (23%), а на биомассу – 342±28 г/м^2 (77%). В структуре биомассы преобладали мхи (191±25 г/м^2, 56%), сосудистые растения составили 141±9 г/м^2 (56%), а лишайники – всего 10±3 г/м^2 (3%). Среди сосудистых растений мелкокустарниковых лугов можно выделить виды, чье участие в суммарной биомассе сосудистых растений составляло более 10%: это *Potentilla fruticosa* (12,0%), *Sibbaldia cuneata* Hornemann ex Kuntze (11,7%) и *Kobresia humilis* (C.A. Mey) Serg. (11,1%). В сумме они дают около 35% биомассы. Долю более 1% имело 23 вида, в том числе *Leontopodium franchetii* Beauv., *Festuca ovina* L., *Astragalus mahoschanicus* Handel-Mazzetti, *Thalictrum alpinum* L., *Saussurea graminea* Dunn, *S. hieracioides* J.D. Hooker, *Deschampsia cespitosa* ssp. *orientalis* Hultén, *Polygonum macrophyllum* D. Don и другие виды. Вместе с тремя предыдущими видами они формируют 90% суммарной биомассы сосудистых растений.

По сравнению с альпийскими сообществами Тувы, общая фитомасса в этом сообществе оказалась ниже, чем в кустарниковых, шпалерно-кустарничковых и лишайниковых тундрах, но значительно выше, чем в травяных тундрах, где она составляет 172-189 г/м^2 [3]. Биомасса сосудистых растений оказалась несколько выше, чем на альпийских лугах Тибета в провинции Ганьсу (КНР), расположенных севернее района наших исследований и с меньшей суммой осадков, около 620 мм в год, где она составляла 91,6 г/м^2 на участках с выпасом и 124 г/м^2 на огороженных участках [6]. С другой стороны, изученные сообщества отличаются относительно низкой биомассой сосудистых растений по сравнению с альпийскими лугами Северо-западного Кавказа (в среднем 306 г/м^2 на пестроовсяницевых лугах и 318 г/м^2 на гераниево-копеечниковых лугах) и сравнима с биомассой сосудистых растений на альпийских коврах – 129 г/м^2 [1]. Это может быть связано с отсутствием выпаса в Тебердинском заповеднике.

На альпийском болоте флористическая насыщенность составила 19±1 вид на 0,625 м^2. Общая фитомасса составила 365±32 г/м^2, из которых на ветошь приходилось 90±7 г/м^2 (24,6%) а на биомассу – 275±33 г/м^2 (75,4%). В структуре биомассы преобладали мхи (187±35 г/м^2, 68%), сосудистые растения имели меньшее участие (87±7 г/м^2, 31,6%), а доля лишайников была незначительна (1,1±0,8 г/м^2, 0,4%). Среди сосудистых растений наибольшее участие было отмечено у *Kobresia humilis* (32,3%). Ещё у нескольких видов доля превышала 5% – *Carex moorcroftii* Falconer ex Boott (10,3%), *Kobresia kansuensis* Kiikenth (8,8%), *Juncus thompsonii* Buchen. (8,7), *Leontopodium franchetii* (6,6%) и *Cremanthodium lineare* Maxim. (5,3%), вместе с *Kobresia humilis* они формировали 72% биомассы сосудистых растений. Также ещё шесть видов с участием более 1,5% – *Deschampsia cespitosa* ssp. *orientalis*, *Gentiana sinoornata* I.B. Balfour, *Carex microglochin* Wahlenberg, *Androsace brachystegia* Handel-Mazzetti, *Saussurea stella* Maxim. и *Polygonum macrophyllum*, вместе с предыдущими видами составляли 90% биомассы.

Среди функциональных групп на мелкокустарниковом кобрезиево-разнотравном лугу преобладало разнотравье (56%), тогда как на альпийском болоте его доля составляла всего 29%. На альпийском болоте доминировали осоковые (представители родов *Carex* и *Kobresia*). Здесь их участие составило 55%, тогда как на лугу оно достигало только 11,6%. Также в составе биомассы альпийского болота была выше доля ситников (9% на болоте и 1,3% на лугу). Бобовые в этом сообществе отсутствовали, а на лугах они составляли 8% биомассы. Участие злаков составило 10% на лугах и 7% на болоте. Доля кустарников на лугу была около 12%, а на болоте – 1,3%. Участие однодольных из других семейств, помимо осоковых, злаков и ситниковых, было незначительно.

В спектрах К. Раункиера в обоих сообществах преобладали гемикриптофиты, хотя на лугах их доля была чуть меньше за счет большего участия фанерофитов и геофитов.

Изученные сообщества характеризуются высокой массовой долей гемикриптофитов, как и высокогорные фитоценозы Тебердинского заповедника [7]. Доля терофитов в них хоть и мала (1,5% на лугах и 1,8% на болотах), но заметно выше, чем в высокогорных сообществах Кавказа, где максимальное участие однолетников на альпийских лишайниковых пустошах составляет 0,5% [7]. Это связано с тем, что пастбища яков подвержены интенсивным нарушениям.

Среди жизненных форм по И.Г. Серебрякову на лугах преобладали короткокорневищные растения (23%), длиннокорневищные (20%), плотнодерновинные (18%) и каудексные (15%) растения, а на болотах – плотнодерновинные (45%), короткокорневищные (32%) и длиннокорневищные (16%) растения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта Минобранауки РФ № 16.740.111.0177, Grants of Chinese Academy Of Sciences Fellowships For Young International Scientists (2011Y1SA01), Grant of the National Natural Science Foundation of China (№ 31150110471).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Онипченко В.Г.* Фитомасса альпийских сообществ северо-западного Кавказа // Бюлл. МОИП. Отд. биол., 1990. Т. 96. № 6. С. 52-62.

2. *Онипченко В.Г., Шулаков А.А., Ахметжанова А.А., Зернов А.С., У Янь, Ван Чень.* Высокая флористическая насыщенность выпасаемых сообществ Восточного Тибета (Сычуань) // Развитие геоботаники: история и современность. материалы конференции. С.-Пб.: Изд-во СПбГУ, 2011. С. 88.

3. *Самбыла Ч.Н.* Запасы надземной фитомассы тундровых сообществ высокогорий Тувы. Автореф. дис. канд. биол. наук. Новосибирск, 2007. 16 с.

4. *У Янь, Онипченко В.Г.* Структура растительных сообществ в связи со свойствами почвы в высокогорьях востока Цинхай-Тибетского нагорья // Тр.: Тебердинский гос. биосферный заповедник, вып. 30. М., 2005. С. 57-73.

5. *Chen W., Wu Y., Wu N., Luo P.* Effect of snow-cover duration on plant species diversity of alpine meadows on the eastern Qinghai-Tibetan plateau. Journal of Mountain Science, 2008. V. 5. P. 327-339.

6. *Li W., Wu G.-L., Zhang G.-F., Du G.-Z.* The maintenance of offspring diversity in response to land use: sexual and asexual recruitment in an alpine meadow on the Tibetan Plateau // Nordic Journal of Botany, 2011. V. 29. P. 81-86.

7. *Pokarzhevskaya G.A.* Morphological analysis of alpine communities of the North-Western Caucasus // Folia Geobotanica Phytotaxonomica. 1995. V. 30. P. 197-210.

ABOVEGROUND PHYTOMASS STRUCTURE OF ALPINE PASTURES OF THE EASTERN QINGHAI-TIBETAN PLATEAU

© 2012 T.G. Elumeeva [1,2], Wu Yan [2]

[1] Moscow State Lomonosov University
[2] Chengdu Institute of Biology

Aboveground phytomass structure was studied in two alpine plant communities of the Eastern Qinghai-Tibetan Plateau (Sichuan. China): alpine shrub *Kobresia* meadows and alpine bogs.

УДК 574.42

ЗАКОНОМЕРНОСТИ МОЗАИЧНОЙ СТРУКТУРЫ ДРЕВОСТОЕВ ШИРОКОЛИСТВЕННО-КЕДРОВЫХ ЛЕСОВ ЮЖНОГО И СРЕДНЕГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

© 2012 А.А. Жмеренецкий

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Биолого-почвенный институт Дальневосточного отделения Российской академии наук

В статье проведен анализ структуры древостоя смешанного кедрово-широколиственного леса (Приморский край, средняя часть хребта Сихотэ-Алинь). Показаны особенности вертикальной и горизонтальной структуры древостоя.

Ключевые слова: *Сихотэ-Алинь, кедрово-широколиственные леса, древостой, структура*

ВВЕДЕНИЕ

Широколиственно-кедровые леса, или кедровники, являются одной из главных лесных экосистем Дальнего Востока, достаточно сложного строения. Территория, где распространены данные лесные экосистемы, включает южную часть Российского Дальнего Востока, северо-востока Китая, Корейского полуострова и части островов Японии. Из всех вышеперечисленных мест своего исходного распространения, кедрово-широколиственные леса лучше всего сохранились на Российском Дальнем Востоке. На данный момент это одно из последних мест в мире, где рассматриваемая лесная формация находится в малонарушенном и ненарушенном состоянии в столь значительном широтном диапазоне (42-52° северной широты).

Уникальность широколиственно-кедровых лесов проявляется в первую очередь в их высоком и достаточно специфическом видовом разнообразии. Древостой может быть образован 30-40 видами древесных и кустарниковых видов и более 70 видами травянистых растений. Но, как правило, древостой в таких лесах образован 6-8 видами основных лесообразующих пород и еще 5-14 видами, играющими важную роль, но не являющимися доминантами. Столь значительное обилие видов, участвующих в образовании и сложении древостоя, их разнообразие, разная степень реакции на изменение среды, различная степень влияния на среду и различные жизненные стратегии, приводит к образованию многоярусных (до 5-6 ярусов) древостоев (Леса Дальнего Востока, 1969), а совокупность разъединенных разновысотных горизонтальных пологов, изменяющихся от одной группы деревьев к другой (мозаичность структуры), образует вертикальную сомкнутость.

Практически все эти леса занимают горные территории (от 98 до 100%) (Лесной комплекс Дальнего Востока России: аналитический обзор, 2005). На формирование сложной структуры древостоев и разнообразие их типов влияют такие факторы как: уменьшение температуры воздуха при увеличении высоты над уровнем моря, степень прогревания склонов (в зависимости от экспозиции), температурные инверсии и т.д. В совокупности сложность рельефа, обуславливающая разнообразие микроклиматических условий, в сочетании с различными жизненными стратегиями и экологией видов, усиливает сложность и контрастность типов лесов, их разнообразие. Таким образом, складывается вертикальная сомкнутость, мозаичная структура древостоев и их сложная динамика во времени и пространстве, и поэтому, механизмы, поддерживающие цикличность существования этих лесных экосистем приобретают свои характерные особенности.

Со времени промышленного освоения широколиственно-кедровые леса претерпели существенные изменения. За 150 лет площадь занимаемая кедровниками сократилась более чем в два раза. Если в середине 19 века площадь кедрово-широколиственных лесов составляла около 6 млн. га., то к 30-м годам XX века уже 4,9 млн. га, а к концу XX

Жмеренецкий Александр Александрович, аспирант. E-mail: zmerenetsky@mail.ru

века-2,9 млн. га (Шейнгауз, 2000). В настоящее время площадь кедровников продолжает сокращаться. В связи с этим возникает серьёзная угроза утраты рассматриваемой лесной формации в будущем.

Цель настоящей работы – изучить особенности мозаичной структуры древесного яруса широколиственно-кедровых лесов, а также взаимосвязь и взаимообусловленность мозаик разных пологов.

Задачи:

1. Установить основные виды, которые образуют мозаичную структуру древостоя типичных кедровников.

2. Выявить характерные размеры «элементов мозаики» в разных пологах древостоя.

3. Выяснить, как элементы мозаики ограничены друг от друга (насколько четкие между ними границы).

4. Установить, насколько устойчивы комбинации видов в пологах древостоя.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для сравнительной характеристики древостоев широколиственно-кедрового леса, в настоящей работе использованы данные полученные, в ходе полевых работ, проходивших в 2009-2010 г., в результате которых были собраны данные с постоянной пробной площади (ППП) 1-1995 расположенной на территории Государственного природного биосферного заповедника (ГПБЗ) «Сихотэ-Алинский» и ППП 1-1976, находящейся на территории Верхнеуссурийского стационара Биолого-почвенного института ДВО РАН.

Государственный природный биосферный заповедник «Сихотэ-Алинский». Заповедник расположен в северной части Приморского края (44° 49´-45° 41´с.ш. и 135° 48´-136° 34´в.д.) на территории Тернейского, Красноармейского и Дальнегорского районов. Территория заповедника расположена на восточном и западном макросклонах центральной части хребта Сихотэ-Алинь и простирается от скалистых берегов Японского моря вглубь материка на 93 км.

Верхнеуссурийский стационар БПИ ДВО РАН. Верхнеуссурийский стационар Биолого-почвенного института ДВО РАН площадью 4417 га расположен в южной части Приморского края (44° 01' 35.3" с.ш.; 134° 12' 59.8" в.д.) на западном макросклоне южной части Сихотэ-Алиня, на территории Чугуевского района, в бассейне реки Правая Соколовка (приток второго порядка р. Уссури). По своим природным характеристикам территория стационара типична для среднегорного пояса Южного Сихотэ-Алиня и служит своеобразным эталоном южной тайги с господством широколиственно-кедровых и пихтово-еловых лесов.

МЕТОДИКА СБОРА ДАННЫХ

Все данные, получаемые с пробной площади, снимались в несколько этапов:**1.Картирование древостоя 2.Картирование подроста 3.Картирование пней и валежа.**

Анализ вертикальной структуры древостоя

Выделение вертикальной структуры древостоя в смешанных лесах Сихотэ-Алиня представляет собой достаточно сложную задачу, пока что не имеющую общего решения. В данной работе выделение пологов производилось с помощью анализа распределения числа деревьев по высоте по методу *k*-средних (Lloyd, 1957; Steinhaus, 1956). Цель данного метода, заключается в разбиении общего набора данных (в нашем случае всех имеющихся высот деревьев постоянной пробной площади) на определённое количество кластеров. Недостаток данного метода заключается в том, что необходимо изначально определить на какое количество кластеров будут разделяться имеющиеся данные. (исследователь задает число кластеров, а центры находит анализ)

Анализ горизонтальной структуры древостоя

Анализ горизонтальной структуры проводился с помощью программного обеспечения Programita (http://www.oesa.ufz.de/towi_programita.html#ring). В анализ были включены следующие структурные элементы: пологи (включая полог подроста) и пни. Все используемые комбинации структурных элементов можно объединить в две группы:

1) анализ однородности мозаики (полога в целом и отдельно по видам).

2) сравнение структуры, или независимость структуры мозаик (виды деревьев в пологах, пологи в целом, а также по видам деревьев и пни), отношение пологов друг с другом в целом и по отдельным видам деревьев. Каждый вид анализа проводился отдельно от остальных.

Для проведения анализа, вначале были отобраны данные древостоя и подроста (их координаты и высоты). Выделялись данные по каждому пологу и отдельно по образующим его видам, т.е. количество экземпляров каждого вида и их координаты. Далее производилось комбинирование данных между собой. Данный этап работы производился в программе Microsoft Excel.

Подготовленные исходные данные анализировались в программе Programita. Непосредственно сам анализ горизонтальной структуры древостоя проводился с использованием функции парной корреляции (Wiegand, Moloney 2004; Wiegand et al. 2007): $g(r)=(1/2\pi r)*(dK(r)/dr)$, где – *K(r)*-так называемая *K*-функция Рипли (Ripley, 1977). Функция парной корреляции предназначена для анализа эффектов второго порядка. С помощью функции парной корреляции, например, для деревьев одного вида, можно выявить тенденцию расти ближе друг к другу – «притягивание» или же, наоборот, избегать близкого произрастания – «отталкивание».

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сравнительный анализ древостоя двух пробных площадей показал следующие результаты.Древостой на обеих пробных площадях образован тремя пологами. На ППП 1-1995 для первого полога диапазон высот от 14 до 30 метров (средняя высоты 19,5м); для второго полога от 3 до 14 метров (средняя высота 8,2 м); для полога подроста от 0,1 до 3 метров (средняя высота 0,3 м). В видовом составе первого полога можно выявить следующие особенности. Характерна практически полная идентичность видов, участвующих в сложении первого полога обеих постоянных пробных площадей - *Abies nephrolepis, Pinus koraiensis, Picea ajanensis, Tilia amurensis, Betula costata*. Различия выявляются в доминирующих видах, на каждой исследуемой ППП. Так на ППП 1-1995 доминирующими видами являются *A. nephrolepis* и *P. koraiensis*. На ППП 1-1976 доминантами первого полога являются *P. ajanensis* и *T. amurensis*. Особенность проявляется в том, что те виды, которые доминируют в первом пологе на ППП 1-1995, проявляют второстепенное участие на ППП 1-1976, и наоборот доминанты первого полога ППП 1-1976 играют второстепенную роль на 1-1995. В древостоях исследуемых пробных площадей, также присутствует *B. costata*, но в небольшом количестве, что характерно для каждой из них.

Второй полог исследуемых постоянных пробных площадей формируют виды деревьев, идентичные видам первого полога. Для обеих ППП характерно доминирование *Abies nephrolepis* во втором пологе. Отличительной особенностью ППП 1-1995 является высокая степень участия *Pinus koraiensis* в сложении второго полога. Исходя из этого можно предположить, что в дальнейшем на ППП 1-1976, в главном пологе, будет осуществляться переход к стадии с доминированием *Picea ajanensis*. После того как, многочисленный подрост *P. koraiensis c*формирует новое поколение, он, после выпадения *P. ajanensis* первого полога, снова займет доминирующее положение в главном пологе. Напротив, на ППП 1-1995 достаточно деревьев *P. koraiensis* для восполнения в случае выпадения *P. koraiensis* первого полога. Соответственно на ППП 1-1995 наблюдается постепенная смена одного поколения *P.*

koraiensis другим, в то время как на ППП 1-1976 видимо происходит одна из стадий развития кедровников. Также стоит отметить что, на ППП 1-1995 присутствуют в древостое деревья *Acer ukurunduense* и *A. mono*, в то время как на ППП 1-1976 присутствуют только деревья *A. ukurunduense,*

Подрост на обеих площадях достаточно многочисленный. Доминирующими видами подроста, характерными для каждой из ППП, являются *Abies nephrolepis* и *Pinus koraiensis.* Различия проявляются в следующем: на ППП 1-1976 в подросте, кроме вышеуказанных видов, также преобладает *Picea ajanensis*, а на 1-1995 – *Acer ukurunduense*. Одной из причин этого является то, что в первом пологе на ППП 1-1976 участие *P. ajanensis* значительно выше, чем на ППП 1-1995, соответственно есть возможность для появления большего количества подроста *P. ajanensis* по сравнению с ППП 1-1995, где *P. ajanensis* играет очень несущественную роль в сложении первого полога. На ППП 1-1995 видимо создаются условия для лучшего развития подроста *A. ukurunduense*, что связано с лучшей освещённостью полога. В общем, подрост на каждой из ППП, проявляет явно выраженную сгруппированность. Отличие заключается лишь в долевом участии доминирующих в пологе видов и наличии небольшого числа деревьев других видов на ППП 1-1995.

Первый полог. Деревья первого полога имеют независимое расположение на обеих ППП. Причинами такого результата могут являться не только особенности структуры пробных площадей, но и в большей степени это объясняется их размерами. Дело в том, что с увеличением возраста и размеров деревьев мозаика, слагающая древостой, увеличивается и на площади 0,6-0,7 га (размеры обеих ППП) удается зафиксировать не более одного – двух пятен мозаики первого полога, а количество деревьев в нем не хватает для того, чтобы эту мозаику уловить. Поэтому статистический анализ, проводимый на такой площади, показывает их независимое расположение. На обеих ППП в целом сгруппированность проявляется только у *Abies nephrolepis* на расстоянии от 10 до 14 м, что связано с большим количеством деревьев данного вида, а также с небольшими размерами его кроны, по сравнению с *Pinus koraiensis, Picea ajanensis, Betula costata* и др. (площадь кроны одного дерева может колебаться от 28 м^2 – у *P. ajanensis*, до 20-25 м^2 у *B. costata*, что составляет до 3-5% всей пробной площади).

Если же рассматривать расположение деревьев разных видов относительно друг друга, отмечаются следующие особенности. На ППП 1-1995 деревья *Abies nephrolepis* сгруппированы и отдаляются от деревьев *Pinus koraiensis* и *Tilia amurensis*, которые, в свою очередь, произрастают независимо друг от друга. На ППП 1-1976 закономерность в первом пологе несколько иная. Связанно произрастают *P. koraiensis* и *Betula costata*, образуя смешанные берёзово-кедровые группы. *Tilia amurensis,* отрицательно связана со всеми элементами первого полога. Отдаляются друг от друга и *Abies nephrolepis* и *Picea ajanensis.*

Исходя из анализа результатов исследования, можно заключить, что на обеих пробных площадях сгруппированность деревьев *Abies nephrolepis* наблюдается на дистанции от 10 до 14 м. На ППП 1-1995 отмечается однородность древостоя, а на ППП 1-1976 - небольшие кедрово-березовые группы и группы *A. nephrolepis*. Таким образом, в первом пологе ППП 1-1995 мозаика формируется группировкой деревьев *A. nephrolepis* и независимым расположением остальных видов. Комбинирование элементов первого полога слабо выражено и наблюдается в местах перекрывания границ групп.

Однако, в обоих случаях группы не имеют четких границ из-за того, что происходит значительное наложение границ одной группировки на другую, что создаёт картину однородности древостоя первого полога.

Сравнение взаимного расположения деревьев первого полога и пней выявило следующие закономерности. На ППП 1-1976 связи между пнями и древостоем не замечено, как в целом по пологу, так и отдельно по видам. На ППП 1-1995 ситуация несколько отличалась. В общем, проявляется независимое расположение древостоя и пней, но отдельно по видам есть отличия. Отрицательная связь видна в отношении *Abies nephrolepis* и пней. Это можно объяснить, тем, что в процессе распада древостоя первого полога,

освободившиеся участки были заняты деревьями *Pinus koraiensis* и *Tilia amurensis*, в то время как для деревьев *A. nephrolepis* были вытеснены. На ППП 1-1976 доминантами являются *Picea ajanensis* и *T. amurensis*, и, видимо распад верхнего полога не затронул данные виды, поскольку к тому времени они уже входили в первый полог. Соответственно, связь с пнями на ППП 1-1976 не может быть заметна, как это видно на ППП 1-1995.

Второй полог. На обеих исследуемых ППП, в общем деревья второго полога расположены независимо. Однородность полога по отдельным видам можно наблюдается на ППП 1-1995, где между элементами древостоя связей не замечено. Этот процесс не характерен для ППП 1-1976, где сильную сгруппированность, проявляют практически все виды, образующие полог. В общем ППП 1-1976 характеризуется более высокой степенью сгруппированности по сравнению с ППП 1-1995.

Взаимное расположение отдельных видов во втором пологе ППП 1-1995 показывает однородность в распределении элементов по пробной площади в целом, но наблюдается совпадение структуры у основных видов на большей дистанции анализа. Отклоняются от данной закономерности деревья *Abies nephrolepis,* структура которых, не совпадает со структурой других видов.

Такая же ситуация характерна для ППП 1-1976, на которой структура деревьев *A. nephrolepis* также не совпадает со структурой остальных элементов. Сходную закономерность можно выделить для деревьев *Picea ajanensis*.

В общем, расположение деревьев на обеих пробных площадях однородное. Структура не совпадает у деревьев *A. nephrolepis* с другими видами, входящими в полог.

Установлены следующие закономерности в отношениях деревьев первого и второго пологов. На ППП 1-1995 характерна отрицательная связь между деревьями первого и второго пологов, проявляющаяся в избегании близкого произрастания, в то время как для ППП 1-1976 наблюдается независимое расположение элементов данных мозаик. Отдельно по видам отмечается следующая закономерность. На ППП 1-1995 практически между всеми видами пологов наблюдается отталкивание. Слабая сгруппированность характерна для *Pinus koraiensis* второго полога и *Tilia amurensis* первого полога. Для ППП 1-1976 характерна положительная связь *P. koraiensis* второго полога и *T. amurensis* первого полога. Можно отметить положительную связь *T. amurensis* второго полога и *Picea ajanensis* первого полога. Выявленные закономерности видимо обусловлены лучшей освещенностью под данными видами деревьев, причем *P. ajanensis* скорее всего уже находится в перестойной стадии и поэтому света под ней достаточно для древостоя второго полога.

На ППП 1-1995 можно наблюдать «отталкивание» в произрастании *Pinus koraiensis* второго полога и *Abies nephrolepis* первого полога. ППП 1-1976 характеризуется отрицательной связью *Tilia amurensis* второго полога к деревьям *A. nephrolepis* и *T. amurensis* первого полога.

На каждой из ППП, на всем участке измерений по отношению к пням, в целом наблюдается совпадение структуры пней и древостоя второго полога. Объяснить это можно тем, что раньше пни представляли собой древостой первого полога, а второй полог в это время был подростом. Соответственно, в то время, когда произошел распад верхнего полога, подрост, находившийся под ним, активно пошел в рост. На ППП 1-1995 нет совпадения структуры только у деревьев *A. nephrolepis*. На ППП 1-1976 структура не совпадает у деревьев *T. amurensis* и немного у *A. nephrolepis*.

Подрост. Характерной чертой подроста, каждой из рассматриваемых нами ППП, является образование многовидовых группировок. Сгруппированы практически все виды подроста на большой дистанции анализа, как на ППП 1-1995, так и на ППП 1-1976. Но, несмотря на сгруппированность элементов подроста, стоит отметить несовпадение структуры большинства видов подроста на большей дистанции анализа. На каждой из рассматриваемых ППП обнаружено несколько больших многовидовых группировок подроста. Но при детальном анализе выяснилось, что каждая большая группа состоит из нескольких более мелких, сгруппированных на дистанции 1-5 м, причем особенностью

является формирование групп хвойных видов, и групп лиственных видов. Так, например, на ППП 1-1995 формируются группы, состоящие из лиственных пород *Acer ukurunduense, A. tegmentosum, A. mono, Betula costata* и *Cerasus maximowiczii*. И также образуются группы хвойных пород с участием *Pinus koraiensis, Picea ajanensis* и *Abies nephrolepis.* Формирование таких группировок, по-видимому, зависит от лучшей выживаемости подроста в группах со сходными условиями, отдельно для хвойных и лиственных пород подроста. Однако, разделения на хвойные и лиственные группы нет, поскольку этот процесс достаточно условный и виден только при детальном анализе. Сходный процесс мы можем наблюдать и на ППП 1-1976 с тем отличием, что группы образованы меньшим количеством видов.

Обобщая всё вышесказанное, можно заключить, что группы подроста состоят из большого количества хвойных и лиственных пород, которые взаимодействуя друг с другом, формируют многопородную мозаику подроста. Этот процесс, по-видимому, связан с отношением видов подроста к освещенности. Наблюдается, что *Pinus koraiensis* произрастает в тех же местах, что и лиственные породы, что объясняется необходимостью лучшей освещенности, которая уменьшается в отношении *Abies nephrolepis* и *Picea ajanensis.* Этот процесс достаточно сильно размывает границы между группами лиственных и хвойных видов, в результате чего мы наблюдаем образование больших группировок с таким разнообразным составом и слабо проявляющимися границами между мелкими группами, входящими в состав больших групп.

Из различий стоит отметить то, что на ППП 1-1995 в формировании полога подроста участвует больше видов, чем на ППП 1-1976.

Подрост-первый полог. В отношении подроста с первым пологом древостоя, в целом, на исследуемых постоянных пробных площадях, выявлено независимое произрастание, вызванное опосредованным влиянием первого полога на подрост (через формирование среды обитания, как источник семян и влияние на второй полог, от размещения которого напрямую зависит размещение подроста). Но, следует отметить, что на ППП 1-1976 отдельно по видам наблюдается больше выраженная степень сгруппированности или отталкивания анализируемых элементов, относительно друг друга по сравнению с ППП 1-1995. Данная закономерность возможно связана с возрастом древостоя и его распадом в разное время. ППП 1-1976 более старая, однородная, и, соответственно, имеет лучше устоявшуюся структуру, по сравнению с ППП 1-1995. На 1-1995 ППП в отличии от ППП 1-1976, в последние несколько лет произошел распад древостоя в результате чего структура древостоя первого полога была нарушена и еще не успела сформироваться, а подрост в свою очередь, не успел среагировать на изменившиеся условия. Соответственно, пока не установились связи между элементами подроста и первого полога ППП 1-1995, анализ будет выявлять независимость в произрастании.

Подрост-второй полог. Взаимосвязь подроста и второго полога, в общем, характеризуется отрицательной связью, как на ППП 1-1995, так и ППП 1-1976. Только на ППП 1-1995 отталкивание прослеживается на меньшей дистанции, в то время как на ППП 1-1976 отрицательная связь видна на всем протяжении измерений.

На ППП 1-1995 со всем пологом подроста отрицательно связаны только деревья *Acer mono* на всей дистанции, поскольку *A. mono* очень теневынослив и занимает менее освещённые участки. В остальном расположение независимое. В то время как на ППП 1-1976 отрицательно со всем пологом связаны деревья хвойных пород, а положительно древостой лиственных пород.

Исходя из результатов сравнительного анализа можно заключить, что подрост на обеих ППП выживает на более освещённых участках. Больше подроста накапливается под деревьями лиственных видов, за исключением деревьев *A. mono*, который является своеобразным индикатором малоосвещенных мест. В общем ППП 1-1976 характеризуется более жесткими условиями обитания, чем ППП 1-1995, где для подроста условия лучше. В

итоге на ППП 1-1995 условия для подроста лучше по условиям освещения, чем на ППП 1-1976.

Расположение полога подроста относительно пней характеризуется следующими особенностями. На ППП 1-1995 расположение в целом по пологу независимое. Отдельно по видам так же четких закономерностей нет, расположение независимое. На ППП 1-1976 видна положительная связь подроста и пней на небольшой дистанции анализа. Этот результат мог быть вызван недостаточной освещенностью полога подроста на ППП 1-1976, как и в случае с первым и вторым пологами. В то время как на ППП 1-1995 в пологе подроста, видимо, освещенность достаточная для нормального развития деревьев в подросте.

ВЫВОДЫ

1. Основными видами образующими мозаичную структуру типичных кедровников являются: *Pinus koraiensis, Picea ajanensis, Abies nephrolepis, Betula costata, Tilia amurensis, Cerasus maximowiczii, Acer mono, A. tegmentosum, A. ukurunduense.*
2. Вертикальная структура древостоев двух пробных площадей сходна и характеризуется наличием трех высотных пологов. В первом пологе находятся взрослые деревья *A. nephrolepis, P. koraiensis, P. ajanensis, B. costata* и *T. amurensis*. Второй полог образован крупным подростом основных видов первого полога, а также взрослыми деревьями *C. macsimovichii, A. tegmentosum, A. ukurunduense, T. cuspidata*. В нижнем пологе расположен подрост всех древесных видов, участвующих в составе древостоя. Наличие второго полога, сформированного в основном крупным подростом, говорит о сложном поэтапном развитии древостоя.
3. Анализ горизонтальной структуры древостоев показал наличие в них мозаичности, которая формируется группами деревьев. Группы на обоих пробных площадях имеют сходный состав. Характерные размеры групп деревьев отличаются в различных пологах. В пределах пробной площади размером 0,6-0,7 га находятся одна-две группы деревьев первого полога. Для второго полога радиус групп составляет 10-15 м. Размер групп тем больше, чем разнообразнее их видовой состав. Для полога подроста характерный радиус составляет 5-7 м.
4. Границы между элементами мозаики пологов нечеткие. В пологе подроста присутствуют небольшие группы, состоящие из хвойных и лиственных видов и имеющие различную структуру. Происходит «наложение» видов одной группы на другую, в результате чего трудно выявить четкие границы группировок. Сохраняется такая ситуация и во втором пологе.
5. Связи между группами деревьев различных пологов не выявляются, т.е. мозаики пологов за небольшими исключениями не взаимосвязаны. Расположение групп подроста не обуславливается наличием деревьев определенных видов в первом пологе. Связь подроста со вторым пологом проявляется в том, что подрост не растет под деревьями хвойных видов. Расположение деревьев второго полога не связано с деревьями первого полога.
6. Комбинации видов в группах в разных пологах древостоя достаточно устойчивы. ППП 1-1995 характеризуется большим разнообразием видов, чем ППП 1-1976, в результате этого, смешивание видов здесь выражено сильнее. Чаще отмечается наличие групп хвойных и лиственных видов с перекрыванием границ групп обоих типов. Во втором пологе число видов меньше, но группы также выражены и имеют более определенный видовой состав. При выходе крупного подроста в первый полог окончательно формируется видовой состав групп.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дылис Н.В., Виппер П.Б.* Леса западного склона среднего Сихотэ-Алиня М.-Л.:Изд. АН СССР, 1953. - 333 с.

2. *Козин Е.К.* Схема развития девственного пихтово-елового леса. М.: Лесное хозяйство, - 1981. - Т. 2(4). – 262 с.

3. *Колесников Б.П.* Кедровые леса Дальнего Востока. М.; Л.: Издательство АН СССР, 1956. - 261 с.

4. Леса Дальнего Востока. - М.: Лесн. пром-сть, 1969. - 390 с.

5. *Ухваткина О.Н. Омелько А.М.* Структура древостоя и естественное возобновление в смешанном хвойно-широколиственном лесу Южного Сихотэ-Алиня // Бюллетень Ботанич. сада-института ДВО РАН. - 2011. - С. 81-92.

6. *Ishikawa, Y.* Disturbance history and tree establishment in old-growth *Pinus koraiensis* – hardwood forests in the Russian Far East / IshikawaY., Krestov P.V., Namikawa K. J. // Veg. Sci. - 1999. - P.439-448.

7. *Ripley, B.D.* Modelling spatial patterns (with discussion). J. Roy. Statist. Soc. B. 1977. 39. P.172-212.

8. *Wiegand T., and Moloney, K.A.* Rings, circles and null-models for point pattern analysis in ecology. Journal page. 2004. Oikos. 104. P.209-229.

SPATIAL STRUCTURE OF STAND OF KOREAN PINE – BROADLEAVED FOREST IN MIDDLE PART OF SIKHOTE-ALIN MOUNTAINS

© 2012 A.A. Zhmerenetskiy

Institute of biology and soil science Far Eastern branch of Russian academy of science

Analysis of stand structure of mixed Korean pine – broadleaved forest (Primoskiy region, middle part of the Sikhote-Alin mountains) is performed. The features of spatial structure of stand are showed.

Key words: *Sikhote-Alin, Korean pine forests, mixed forests, stand, spatial structure*

Zhmerenetskiy Alexander, graduate student. E-mail: zmerenetsky@mail.ru

УДК 581.574

ВЛИЯНИЕ ДРЕВОСТОЯ НА РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НИЖНИХ ЯРУСОВ В ЗАБОЛОЧЕННЫХ СОСНЯКАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2012 Е.Н. Журавлева

Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

В данной статье исследовано влияние древесного яруса на распределение видов мохового и травяно-кустарничкового ярусов в заболоченных сосновых лесах. Выявлено, что около 44 % варьирования проективного покрытия видов определяется экологическими факторами. Для большинства видов растений наиболее важным влияющим фактором является увлажнение.

Ключевые слова: *экологические факторы, заболоченные сосняки.*

В лесных сообществах основную эдификаторную роль играет древостой, в значительной степени формирующий условия среды, в которых развивается растительность травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов. Данная работа посвящена исследованию влияния древостоя через факторы среды на различные виды мхов, трав и кустарничков и на взаимоотношения между ними.

Исследования проводились в Ленинградской области. Изучались сосняки чернично-сфагновые, кустарничково-сфагновые на 9 участках. Сосняки разновозрастные, возраст деревьев - от 40 до 180 лет, высота - 12-20 м, средний диаметр ствола на уровне груди - 23 см. Сомкнутость древесного полога 60-75%. Моховой покров образует сплошной ковер – среднее проективное покрытие мхов составляет 80 %. Среднее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса - 30 %, максимальные значения достигают 85 %. Растительность напочвенного покрова на исследованных площадках представлена 52 видами. В данной работе нами рассматривались виды со встречаемостью более 0.1. Доминирующие виды мохового яруса - *Sphagnum capillifolium, S. angustifolium, S. russowii, S. magellanicum, Polytrichum commune, Pleurozium schreberi;* доминирующие виды травяно-кустарничкового яруса - *Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis-idaea, Carex globularis, Eriophorum vaginatum, Rubus chamaemorus, Oxycoccus palustris, Vaccinium uliginosum.*

Растения напочвенного покрова учтены методом сплошных трансект из площадок 0.1м², заложенных радиально от стволов сосен (всего 2000 площадок). Для каждой площадки учтены следующие показатели: проективное покрытие мхов, трав и кустарничков, освещенность (с помощью сквозистомера определялась сквозистость [1]), относительная высота микрорельефа, плотность корневой сетки (с помощью протыкания почвы спицей). В результате, мы получили параметры, отражающие влияние древостоя на растительность нижних ярусов: сквозистость древесного полога, сквозистость полога в зените, относительная высота микрорельефа и насыщенность почвы корнями, положение относительно ствола дерева.

При обработке собранных материалов использован коэффициент линейной корреляции – R. Сила влияния факторов среды оценивалась квадратом корреляционного отношения - η^2 [2]. Знак (положительное влияние или отрицательное) определялся по тренду регрессии. Линии регрессии характеризуются следующими знаками тренда регрессии: “+” и “-” соответствуют прямолинейной регрессии, “+-” и “-+” соответствуют криволинейной регрессии, знак тренда изменяется. Причем “+” означает, что при увеличении значений воздействующего фактора, значения проективного покрытия вида возрастают, а “-” означает, что снижаются.

Все деревья мы разделили на 3 группы по диаметру ствола. Сосны первой группы – наиболее молодые, образуют небольшие пристволовые повышения радиусом около 60 см, у

Журавлева Елена Николаевна, младший научный сотрудник, лаборатория геоботаники и экологии растений. E-mail: zhl@hotmail.ru

сосен средней группы – повышения радиусом около 90 см, а у сосен третьей группы – самых старых, радиус приствоповых повышений составляет, в среднем, около 120 (максимум - 170 см). Все площадки на трансектах мы разделили на зоны по положению относительно границ кроны и корневой системы дерева. Всего выделены 4 зоны: у ствола, под кроной на приствоповом повышении, под краем кроны на склоне повышения и на фоне – пониженные участки за пределами основной части крон и корневых систем деревьев. У молодых сосен приствоповые повышения обычно менее выражены (средняя высота до 15 см) и часто включают только две зоны (приствоповую и краевую), а у старых сосен хорошо выражены и достигают в высоту 48 см. В таблице 1 представлены изменения параметров среды по зонам фитогенного поля для разных групп сосен. Если изменения сквозистости полога незначительны от ствола к фону (что объясняется прозрачностью крон в заболоченных сосняках), то изменения рельефа и плотности расположения корней четко прослеживаются от ствола к фону и отличаются у сосен разных групп. Наиболее хорошо эти изменения выражены в III группе сосен (самых старых).

Таблица 1. Параметры среды в разных зонах фитогенного поля дерева

Группа сосен по диаметру ствола	I					II					III				
Зона трансекты	ствол	крона	край	фон	η^2	ствол	крона	край	фон	η^2	ствол	крона	край	фон	η^2
Сквозистость полога, %	62,5	62,9	62,3	62,6	0,0	61,1	61,2	63,0	62,6	0,0	56,5	56,8	59	62,6	0,1
Сквозистость в зените, %	66,3	67,0	63,4	68,0	0,0	65,2	65,7	66,8	68,0	0,0	65,4	65,5	65,9	68,0	0,0
Относительная высота рельефа, см	13,0	7,3	4,3	3,2	0,2	18,1	11,8	7,2	3,2	0,6	23,9	14,8	8,5	3,2	0,6
Плотность расположения корней дерева,%	43,5	26,2	21,3	2,1	0,7	68,7	38,6	19,9	2,1	0,8	85,7	57,1	33,0	2,1	0,9
Сфагновые мхи	22,6	49,6	52,8	76,5	0,2	14,7	43,9	65,5	76,5	0,4	7,1	26,6	57	76,5	0,4
Зеленые мхи	26,3	17,1	8,6	2,4	0,2	41,1	24,1	12,1	2,4	0,3	55,6	44,8	21,8	2,4	0,5

Примечание: I – молодые сосны со средним диаметром ствола 15 см, II – сосны со средним диаметром ствола 23 см, III – с диаметром ствола 32 см, η^2 - корреляционное отношение.

Для анализа влияния древостоя на виды нижних ярусов, необходимо выяснить, насколько учтенные параметры связаны между собой. Параметры древостоя можно разделить на две группы по наличию связей между ними: сквозистость и сквозистость в зените (1) и высота микрорельефа, величина диаметра ствола дерева и насыщенность почвы корнями (2). У параметров разных групп связи отсутствуют, они независимы. Внутри групп хотя и имеется совместное варьирование, но знак связи (R) видов с этими параметрами в значительном проценте случаев не совпадает: по сквозистости и сквозистости в зените в 33 % случаев, по остальным параметрам в 10 – 12 % случаев. Более того, знак тренда регрессии не совпадает в 39 – 53 % случаев. Это позволяет нам рассматривать данные параметры как относительно независимые. Таким образом, перечисленные параметры мы соотносим со следующими факторами среды: сквозистость квалифицируется как освещенность; сквозистость в зените – опад и дождевые осадки; насыщенность почвы корнями, диаметр ствола дерева и относительная высота микрорельефа - в совокупности, как уровень

увлажнения, а величина диаметра ствола дерева еще и как показатель плодородия подстилки. Размер пристволовых повышений соответствует длине и толщине крупных корней дерева. Кроме того, увеличению пристволовых повышений могут способствовать и находящиеся рядом с деревом крупные камни. Корни дерева растут поверх таких камней, и в результате образуется дренированное повышение, по площади значительно больше обычного. С увеличением насыщенности почвы корнями улучшаются дренаж и аэрация, меняется режим увлажнения [3].

В результате анализа распределения проективных покрытий видов растений по зонам трансект выделены 3 типа реакций видов на фитогенное поле дерева. 1 – положительная реакция, проективное покрытие этих видов снижается от ствола к фону, 19 % видов (*Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis-idaea, Carex globularis, Pleurozium schreberi* и др.). 2- приспособительная реакция, 11 % видов (виды растений с наибольшим обилием на склоне пристволовых повышений: *Oxycoccus palustris, Calluna vulgaris, Oxycoccus microcarpa, Dicranum polysetum, Polytrichum strictum).* 3 - отрицательная реакция на воздействие сосны, 33 %. Это виды растений с наибольшим обилием на фоне: *Ledum palustre, Carex canescens, Calamagrostis neglecta, Juncus filiformis, Carex nigra, Aulacomnium palustre, Polytrichum commune, Sphagnum capillifolium, S. angustifolium, S. russowii, S. magellanicum*, а также виды, встретившиеся только на фоне - *Comarum palustre, Eriophorum latifolium, Carex rostrata.* Четвертая группа – виды, у которых реакция не выражена (19 %), это такие виды как *Empetrum nigrum, Rubus chamaemorus, Vaccinium uliginosum, Melampyrum pratense, Andromeda polifolia, Eriophorum vaginatum, S. girgensohnii*.

Далее мы рассмотрим, как влияют на виды растений отдельно взятые параметры среды. Сила влияния факторов среды оценивалась квадратом корреляционного отношения - η^2 [2]. Кроме силы влияния (η^2) мы использовали показатель варьирования признака (ν), полученный после элиминации доли варьирования, которая могла быть вызвана другим фактором, связанным с первым. η^2 представляет собой долю варьирования признака в результате влияния данного фактора [4]. В таблице 2 приведены данные о влиянии факторов среды на виды мохового и травяно-кустарничкового покрова.

Полученные результаты позволили выявить следующие закономерности. Наибольшее влияние на варьирование проективного покрытия всех видов оказывает сквозистость полога - освещенность (ν = 10 %) и окружность ствола деревьев (ν = 19 %). Если насыщенность почвы корнями, относительную высоту микрорельефа и величину диаметра ствола дерева в совокупности интерпретировать как параметры, отражающие степень увлажнения, то основным фактором оказывается увлажнение (ν = 30 %). Суммарное варьирование проективного покрытия видов колеблется от 27 % до 81 %, а в среднем для всей совокупности видов составляет 44 %.

Рассмотрим реакцию видов по группам. Для зеленых мхов (*Pleurozium schreberi, Dicranum polysetum, Dicranum scoparium, Aulacomnium palustre*) наиболее благоприятны средние значения освещенности (сквозистость), среднее количество осадков и опада (сквозистость в зените). Знак тренда регрессии в этом случае +-. Но они по-разному реагируют на пристволовые повышения. Для *Pleurozium schreberi* и *Dicranum scoparium* они наиболее благоприятны, *Dicranum scoparium* часто встречается вместе с *Pleurozium schreberi* на относительно сухих микроместообитаниях. *Dicranum polysetum* примешивается к *Pleurozium schreberi* в условиях несколько большей влажности, а *Aulacomnium palustre* часто встречается как примесь в ковре сфагновых мхов. На *Pleurozium schreberi* и *Dicranum polysetum* все учтенные факторы оказывают заметное влияние, но решающую роль играет увлажнение. Для *Dicranum scoparium* и *Aulacomnium palustre* наряду с увлажнением большое значение имеет и освещенность.

Сфагновые мхи реагируют на освещенность по-разному. *Sphagnum russowii* предпочитает (имеет большое проективное покрытие) относительно невысокую освещенность. Тогда как *S. angustifolium и S. girgensohnii* предпочитают большую

Таблица 2. Влияние факторов среды на распределение видов травяно-кустарничкового и мохового ярусов.

Виды растений	Сквозистость			Сквозистость в зените			Влажность									∑ν
							Насыщенность почвы корнями			Относительная высота микрорельефа			Диаметр ствола дерева			
	ν	η^2	знак	ν	η^2	знак	ν	η^2	знак	ν	η^2	знак	ν	η^2	знак	
Pleurozium schreberi	7	0.10	+-	4	0.05	+-	12	0.35	+	11	0.26	+	15	0.37	+	50
Dicranum polysetum	11	0.15	+-	5	0.07	+-	3	0.08	+	7	0.16	+-	22	x	+-	48
Aulacomnium palustre	31	0.42	+-	11	x	~	10	x	~	17	x	+-	28	x	+	
Dicranum scoparium	31	x	~	16	0.22	~	4	x	~	7	x	-	37	x	-	
Зеленые мхи	9	0.09	+-	4	0.04	+-	11	0.31	+	10	0.24	+	15	0.37	+	48
Sphagnum capillifolium	5	0.07	~	4	0.06	~	1	0.04	-	3	0.08	+-	21	0.52	-	66
Sphagnum angustifolium	10	0.14	+	7	0.09	+	1	0.04	-	4	0.10	-	21	0.51	-	44
Sphagnum russowii	12	0.16	-	5	0.07	-+	2	0.06	-	6	0.13	-	29	0.72	-	54
Sphagnum magellanicum	13	0.18	+-	3	0.04	+-	2	0.05	-	1	0.03	+-	33	0.82	+-	53
Sphagnum girgensohnii	12	0.16	+	5	0.07	+	4	0.11	-	5	0.12	-	28	x	+-	54
Сфагновые мхи	9	0.12	+	4	0.06	~	4	0.10	-	7	0.16	-	20	0.49	-	44
Polytrichum commune	10	0.13	-+	4	0.05	~	2	0.06	-	7	0.10	+-	22	0.54	-	45
Vaccinium myrtillus	6	0.08	~	5	0.07	~	1	0.02	+	3	0.06	~	19	0.47	+-	34
Vaccinium vitis-idaea	4	0.05	+-	2	0.03	+-	3	0.09	+-	4	0.10	+	19	0.47	+-	33
Carex globularis	4	0.06	+-	2	x	+-	1	0.02	+	3	0.08	+-	26	0.64	+	36
Eriophorum vaginatum	4	0.06	+	2	x	~	1	0.02	+-	3	0.06	+	21	0.51	-	30
Rubus chamaemorus	12	0.16	+	8	0.11	+-	1	0.02	+-	1	x	~	16	x	-	38
Oxycoccus palustris	4	x	~	2	x	+-	1	0.02	+-	1	0.03	~	32	0.78	+	40
Vaccinium uliginosum	8	0.11	+-	2	x	+-	0	x	~	4	0.09	+	18	x	+	31
Empetrum nigrum	5	0.07	+-	7	0.09	+-	1	x	~	9	0.20	+-	27	0.67	+	48
Melampyrum pratense	10	0.13	+	4	x	+-		x	~	3	x	~	26	x	-	14
Ledum palustre	40	0.54	+	28	0.38	+	1	x	~	0	0.3	+-	27	x	-	68
Chamaedaphne calyculata	19	0.25	+	6	x	+	2	x	~	6	x	~	18	x	-	19
Carex nigra	30	0.41	+-	19	0.26	~	1	x	+-	17	0.39	-	3	x	~	66
Juncus filiformis	48	0.65	+-	33	0.45	+-	0	x	+-	27	0.63	-	1	x	~	81
Carex canescens	14	x	+-	13	0.18	-	2	x	-	5	x	-	4	x	~	27
Calluna vulgaris	26	0.35	+-	9	x	+-	5	0.13	+	13	0.31	+-	14	x	-	44
Andromeda polifolia	11	x	~	2	x	-+	2	x	~	17	0.40	+-	2	x	~	17
Кустарнички и травы	9	0.12		6	0.08		1	0.04		4	0.10		20	0.48		40

Примечание: знаком “x” отмечены недостоверные значения η^2. В таблице представлены виды со встречаемостью более 0.01. “+”, “-”, “+-”, “-+” – тренд регрессии, “~” - тренд регрессии не выражен; ν – варьирование, вызванное фактором, ∑ν - суммарное варьирование.

освещенность (знак тренда сквозистости “+”). *Sphagnum magellanicum* образует наибольшие проективные покрытия при средней освещенности. Отсутствие опада положительно сказывается на развитии сфагновых мхов. Чаще всего сфагновые мхи избегают пристволовых повышений (тренд регрессии “-”). Однако *Sphagnum magellanicum* и *Sphagnum girgensohnii* часто занимают их склоны. В целом, для сфагновых мхов благоприятны условия с высокой влажностью.

У *Polytrichum commune* наибольшие покрытия приурочены к относительно низкой и к высокой освещенности (знак тренда “-+”), а наименьшие – к средней. Это может быть связано с негативным влиянием на него сфагновых мхов, особенно *Sphagnum magellanicum*, у которого наибольшие покрытия отмечаются при средней освещенности. Требования к увлажнению у этого вида сходны со сфагновыми мхами.

У трав и кустарничков варьирование проективного покрытия под воздействием совокупности исследованных факторов сильно дифференцировано. По отношению к освещенности (сквозистости) виды делятся на следующие группы: *Trientalis europaea* образует наибольшие проективные покрытия при освещенности ниже средней; виды, предпочитающие среднюю освещенность - *Carex globularis, Juncus filiformis*; освещенность выше средней - *Vaccinium vitis-idaea, Vaccinium uliginosum, Vaccinium myrtillus, Eriophorum vaginatum, Rubus hamaemorus, Carex nigra*; виды, образующие наибольшие проективные покрытия при высокой освещенности - *Ledum palustre, Chamaedaphne calyculata, Calluna vulgaris.* При этом сила влияния освещенности на *Ledum palustre, Juncus filiformis, Carex nigra, Calluna vulgaris* имеет высокие значения. Варьирование, вызванное освещенностью, у них больше или такое же, как и вызванное влажностью.

Уровень влияния осадков и опада (сквозистость в зените) на травы и кустарнички примерно такой же, как и на мхи; но несколько меньше, чем уровень влияния освещенности. Исключение составляют *Ledum palustre* и *Juncus filiformis*. На них этот фактор влияет почти также, как и освещенность, а сумма варьирования под воздействием этих двух факторов значительно выше, чем под влиянием увлажнения и составляет больше половины всего варьирования.

Относительная высота микрорельефа для большинства кустарничков является экологически малоинформативным признаком, так как сплетения их побегов при значительном проективном покрытии служат “каркасом”, на котором нарастают мхи и образуются, таким образом, небольшие повышения. *Juncus filiformis* и *Carex nigra* имеют отрицательную связь с высотой микрорельефа, эти виды тяготеют к более увлажненным пониженным участкам.

По отношению к пристволовым повышениям виды трав и кустарничков достаточно четко разделяются на 3 группы: виды, предпочитающие пристволовые повышения и, соответственно, более сухие местообитания - *Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis-idaea, Carex globularis, Maianthemum bifolium, Dicranum majus, Dicranum scoparium, Hylocomium splendens*, кустистые лишайники; виды, предпочитающие склоны пристволовых повышений - *Oxycoccus palustris, Calluna vulgaris, Oxycoccus microcarpa, Dicranum polysetum, Polytrichum strictum* и остальные виды, для которых благоприятны условия с большей влажностью вне пристволовых повышений.

Рассмотрение соотношения влияния освещенности и влажности на варьирование проективного покрытия видов показало, что для таких видов как *Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, Carex globularis, Eriophorum vaginatum, Rubus hamaemorus, Vaccinium uliginosum, Oxycoccus palustris, Empetrum nigrum, Melampyrum pratense, Chamaedaphne calyculata, Calluna vulgaris* более мощным фактором является увлажнение, а для *Ledum palustre* и *Juncus filiformis* - освещенность. Для остальных видов из-за низкой их встречаемости на пристволовых повышениях и не вычисленных по этой причине η^2, это соотношение не установлено.

Таким образом, можно сделать вывод, что в заболоченных сосняках около половины (в среднем 44 %) варьирования проективного покрытия видов определяется экологическими факторами, которые формирует древостой. Остальное варьирование может быть вызвано взаимодействием видов, случайными причинами и, возможно, некоторыми различиями в экотопах исследованных участков. Наиболее сильно на варьирование напочвенного покрова влияет увлажнение. При этом наибольшую роль играют повышения, создаваемые корневыми системами деревьев. В меньшей степени на большинство видов влияет освещенность. Для некоторых видов оба фактора равнозначны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ипатов В.С., Кирикова Л.А.* Использование показателя “сквозистость полога древостоя” для оценки экологических условий в лесу. // Бот. журн. 2001. № 4. Т. 86. С. 164-165.

2. *Плохинский Н.А.* Биометрия. Изд-во Сиб. отд. АН СССР, Новосибирск, 1961. 364 с.

3. *Ипатов В.С., Аверинцева С.Г.* Обусловленность произрастания сфагнов и зеленых мхов в заболоченных ельниках // Биол. науки. 1966. №3. С.67- 69.

4. *Журавлева Е.Н., Ипатов В.С.* Взаимоотношения видов растений в заболоченных сосновых лесах Северо-Запада России. I. Влияние экологических факторов, формируемых древостоем, на виды мохового и травяно-кустарничкового ярусов // Бот. журн. 2005. Т. 90. №5. С. 702-712.

INFLUENCE OF FOREST STAND ON VEGETATION OF BOTTOM LAYERS OF BOGGY PINE FORESTS IN LENINGRAD REGION

© 2012 E.N. Zhuravleva

St-Petersburg University

The influence of environmental factors on species distribution of moss and herb-dwarf-shrub layers in boggy pine forests is investigated. It is found out that about 44 % of species cover variation is determined by the ecological factors. The main factor for the most plant species is humidity.

Key words: *boggy pine forests, ecological factors*

Zhuravleva Elena Nikolaevna, Researcher, Department of Geobotany and Ecology of plants. E-mail: zhl@hotmail.ru

УДК 574.4

СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА И ХАРАКТЕР КРУПНЫХ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАРУШЕНИЙ В МАЛОНАРУШЕННЫХ ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТАХ (ВОСТОК АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ — ЗАПАД РЕСПУБЛИКИ КОМИ)

© 2012 А.Т. Загидуллина[1], О.В. Лисицына[2]

[1] СПбНИИЛХ, г. Санкт-Петербург
[2] Университет Оулу, Финляндия

Анализируется строение лесной растительности малонарушенных территорий востока Архангельской области и запада республики Коми. Для ключевой территории даны количественные оценки естественных крупных нарушений в коренных ельниках в разрезе ландшафтной и лесотипологической структуры территории.

Ключевые слова*: малонарушенные лесные территории, естественная динамика, коренные ельники, ландшафтный анализ*

Разнообразие и характер динамики лесной растительности большей части средне- и северотаежных малонарушенных лесных территорий (МЛТ) Европейского Севера, которые не входят в число особо охраняемых природных территорий (ООПТ), изучено очень фрагментарно. Тем не менее, такие участки девственной тайги являются эталонными, а их всестороннее исследование дает нам ключ к сохранению и, возможно, дальнейшему восстановлению элементов биоразнообразия и экологических функций леса на месте уже утраченных МЛТ.

Так, для обеспечения экологической стабильности территорий необходимо определить минимально необходимую в ландшафте долю старовозрастных лесов. Для этого требуются сведения о размерах и периодичности крупных «катастрофических» нарушений (пожаров, ветровалов), переводящих выделы в нулевой класс возраста [15]. Однако, закономерности крупномасштабной динамики малонарушенных таежных лесов изучены недостаточно, что делает невозможным корректное определение данных показателей.

Так называемое «усыхание» коренных ельников на востоке Архангельской области и на западе республики Коми, начавшееся в 1997-99 годах, рассматривается лесными службами как из ряда вон выходящее явление и, соответственно, как повод для скоростного уничтожения малонарушенных массивов. Вместе с тем, дошедшие до нас летописи, статистическая и научная информация свидетельствуют о периодически возникающих крупных нарушениях в виде распада древостоев. Такие явления неоднократно отмечались в разных районах лесной зоны Евразии, начиная с XIV века, но были чаще приурочены к подзоне южной тайги [16]. Очевидно, в настоящее время малонарушенные лесные ландшафты в южной тайге практически отсутствуют, поэтому такого рода естественная динамика коренных лесов в масштабах ландшафта возможна только на севере.

На исследуемых малонарушенных территориях Архангельской области массовые усыхания ельников уже были отмечены в конце XIX – начале XX века, затронули они преимущественно еловые боры и практически никак не отразились на заболоченных ельниках [13]. Согласно [12], в этот же период также имели место сильные лесные пожары и вспышки численности короеда-типографа, что косвенно подтверждает повышенную засушливость данного периода. Современный распад ельников также сопровождается пожарами, чаще всего возникающими в наиболее засушливые периоды в результате сухих гроз, что неоднократно имело место, например, в 2010 г. (личные сообщения сотрудников лесничеств Карпогорского и Удорского районов). По консолидированным данным лаб.

Загидуллина Асия Тагировна, магистр биологии, н.с., asiya-z@yandex.ru; *Лисицына Ольга Владимировна*, магистр географии, olga.lisitsyn@gmail.com

лесоустройства СПбНИИЛХ по Архангельской области и республики Коми, общая площадь лесных пожаров, возникших за период с 1991 по 2006 г. в 7.5 раз превысила данный показатель за период 1975 по 1990 год.

В континентальном климате исследуемого региона высокие летние температуры обусловлены характером атмосферной циркуляции и в значительной мере скоррелирована с летней засухой, которая, в свою очередь, является условием возникновения пожаров [5]. По метеорологическим данным, в 1995-2005 гг. среднесуточная температура вегетационных сезонов превышала многолетнюю на 0.5-4.0^{o} С, что действительно сопровождалось летней засухой. Это позволяет предположить, что толчком к развитию массовой гибели древостоя явились повторяющиеся в течение ряда лет засушливые периоды [14]. Данное заключение также подтверждается дендрохронологическими методами – снижение приростов ели, и, в конечном итоге, гибель древостоя обусловлены, прежде всего, почвенной засухой на плохо дренированных грунтах. [1]. В работе [2] также было показано, что возникновение крупных окон в ельниках Двинско-Пинежского массива за последние 250 лет происходило несколько раз (во второй половине XVIII и XIX веков, а также в 10-20х и 30-40х годах XX века). Однако, количественные данные о том, в каких ландшафтных и лесотипологических условиях чаще всего формируются крупные окна, в настоящее время отсутствуют.

Задача данной работы - дать количественную оценку площади современных крупных нарушений в основных типах коренных лесов средне- и северотаежной подзоны северо-востока Европейской России с учетом их ландшафтной локализации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые обследования на территории нескольких малонарушенных лесных территорий (междуречья Северной Двины и Пинеги, Верхней Вашки и Мезени) проводились при финансовой и организационной поддержке WWF России (Архангельск) и фонда «Серебряная тайга» (Коми) в 2006-2011 гг. Согласно доступным источникам информации (топографическая, геологическая карта, карта четвертичных отложений, данные спутниковой съемки, материалы лесоустройства) были обследованы репрезентативные части территорий малонарушенных массивов [3]. Маршруты для полевых обследований были составлены на основе основе имеющихся на данную территорию картографических источников. В ходе экспедиций впервые для данных территорий было выполнено комплексное исследование растительного покрова на ландшафтной основе [7].

Для того, чтобы охватить все разнообразие местообитаний, закладка маршрутов производилась по методу ландшафтного профилирования – выбор линии топоэкологического профиля производился с таким расчетом, чтобы профиль пересек все наиболее характерные для исследуемой территории формы рельефа с учетом разнообразия геоморфологического строения (от водосбора до водоприемника) [8]. Описание растительных сообществ (с GPS привязкой, фотофиксацией, прикопками и фиксацией почвобразующих пород) производилось на основных элементах рельефа. На пробных площадях давалась характеристика древостоя (включая сухостой) по ярусам с промерами полнот, модельных деревьев каждого поколения с отбором кернов, проективного покрытия полога, подроста, подлеска, напочвенного покрова по видам. Для ряда площадок была собрана дополнительная информация о количестве валежа и сухостоя. Всего число описаний (часть из них содержала только параметры древостоя, указание на типы леса и ландшафтной местности, а также позицию в рельефе) составило более 800 штук.

В целях определения основных ландшафтных и лесотипологических закономерностей крупномасштабной динамики лесной растительности на ключевом участке МЛТ на междуречье Северной Двины и Пинеги площадью 533 тыс. га с помощью программ MapInfo 10х и в ArcGis 9х была выполнена подготовка соответствующих векторных слоев с использованием полевых данных, карты-схемы ландшафтных местностей [17],

лесотипологической карты и цифровой модели высот (LANDSAT DEM) с пространственным разрешением 30 м/пиксель (в свободном доступе на сайте Геологической службы США).

Для выявления и подсчета площади крупных окон были использованы безоблачные спутниковые снимки LANDSAT TM за 1990 (т.е. за 7 лет до усыхания) и 2011 годы (после ветровалов усохших участков, произошедших в 2009-2010 гг.) с пространственным разрешением 30 м/пиксель (в свободном доступе на сайте Геологической службы США). Использованные снимки позволяют выявить крупномасштабные изменения в пространственной структуре коренных ельников МЛТ за прошедший 21 год. Первоначально ветровалы были дешифрированны визуально с использованием продукта синтеза каналов 3-4-5 по снимку 2011 года. При таком синтезе ветровалы отображаются в виде контрастных красноватых объектов и хорошо заметны на фоне темно-зеленого цвета неповрежденных старовозрастных ельников. Верность дешифрирования подтверждена полевыми данными (около 200 точек оценки для ключевой территории).

Полностью автоматическое дешфирование подбных снимков повзоляет выделить до 70 % всех ветровалов [10] При этом исключительно-визуальное дешифрирование снимка представляется весьма трудоемким в ситуации, когда необходимо охватить значительную территорию. Нами был использован комбинированный алгоритм выявления и подсчета площади ветровалов. По литературным данным, отличие ветровалов от здоровых насаждений наиболее существенно в 5-м канале снимков LANDSAT [11]. Первоначальное автоматическое дешифрирование проведено в программе ERDAS 9.X с использованием индексов NDVI, SWVI и 5-ого канала для пары сцен. Чтобы выявить участки с отличиями, нами был использован инструмент Change detection. Полученные результаты были разбиты на 10 классов. Визуальное сравнение классификации и синтезированного снимка 2011 года (синтез каналов 3-4-5), а также данных полевых наблюдений показало, что классы 7-10 различий по индексу SVWI и 5 каналу соответствуют ветровалам в коренных ельниках, тогда как NDVI не дает возможности выявить крупные окна.

В нашем случае проблема полностью автоматического дешифрирования заключалась в том, что свежие вырубки, болота, сфагновые сосняки и сухие сосняки на песках в большинстве случаев были отнесены к тем же классам, что и ветровалы. Наложив на снимок карту границ малонарушенной лесной территории, мы исключили из нашего исследования территории свежих рубок. Затем данные дешифрирования были совмещены с двумя источниками информации: картой-схемой групп типов леса и картой-схемой групп типов ландшафтных местностей, что позволило исключить из анализа болота, сухие и сфагновые сосняки. Для оставшихся коренных ельников на моренных ландшафтах с помощью программ ArcGiS 9x и VerticalMapper 3 x был подсчитана доля территории, занятой ветровалами в разрезе групп типов леса и ландшафтных местностей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

1. Общая характеристика растительного покрова малонарушенных лесных территорий

В исследуемых районах Архангельской области и республике Коми наиболее широко представлены озерно-ледниковый и моренный ландшафты [9]. Распределение сообществ на топоэкологическом профиле показано на рис.1

В озерно-ледниковом ландшафте преобладают сосняки бруснично-лишайниковые, сфагновые и черничные (с примесью других пород). На дренированных песках озерно-ледниковых отложений и на боровых террасах преобладают сосняки (*Pinus sylvestris* L.) лишайниково-брусничные, а на участках с застойным увлажненем – сфагновые. На территории республики Коми на нижних речных террасах, на склонах озерно-ледниковых холмов, котловин болот, на склонах долин ручьев встречаются высокопродуктивные участки лиственничников (*Larix sibirica* Ledeb.) чернично-брусничных, черничных и чернично-разнотравных с примесью остальных древесных пород - сосны, ели (*Picea abies* (L.) H. Karst.

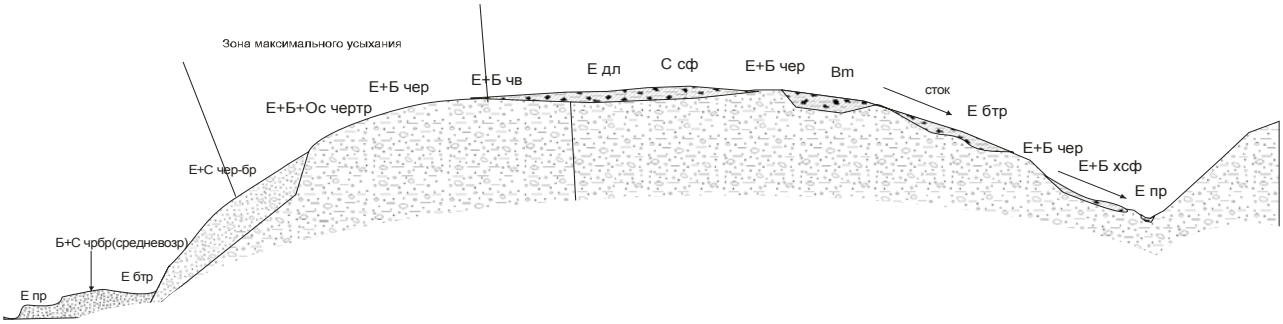


Рис. 1. Распределение групп типов леса на типичном топоэкологическом профиле в малонарушенных лесных ландшафтах.

subsp. obovata (Ledeb.) Domin), березы (*Betula pubescens* Ehrh.), осины (*Populus tremula* L.). В пределах Архангельской области лиственница встречается реже, она более характерна для участков близкого залегания карбонатных коренных пород (для обнажений и цокольных террас в долинах рек) В бессточных котловинах сформированы верховые и переходные болота. В долинах ручьев представлены высокотравные ельники: приручейные с примесью березы и ольхи серой (*Alnus incana* (L.) Moench) и болотно-травяные с примесью березы.

В моренном ландшафте по площади значительно преобладают еловые леса; наиболее распространены ельники долгомошной, черничной и болотно-травяной групп. Моренные холмы небольшой высоты характеризуются преимущественно супесчаными почвообразующими породами. На их плоских вершинах местами сформированы сосняки сфагновые. В средней и верхней части склонов супесчаных моренных холмов преобладают сосняки черничные с елью, ельники черничные с примесью других пород и чернично-разнотравные лиственичники с елью, сосной, березой и осиной. Для нижней части склонов супесчаных холмов, примыкающих к озерно-ледниковым низинам, характерны вогнутые слабопроточные ложбины, занятые преимущественно «висячими» травяно-гипновыми болотами, перемежающимися полосами низкопродуктивных сфагновых и болотно-травяных ельников, а также фрагментами сосняков черничных (на выпуклых дренированных участках).

Для суглинистых моренных холмов в ряду заболачивания характерно следующее распределение сообществ. На дренированных склонах формируются ельники чернично-зеленомошные (черничные свежие) с березой, а на плоских вершинах холмов и водоразделах, удалённых от эрозионных долин, по мере ухудшения дренажа, ельники чернично-зеленомошно-сфагновые (черничники влажные) сменяются ельниками чернично-сфагновыми (долгомошными), сосняками сфагновыми и, наконец, болотными системами с верховыми и переходными участками. Для вогнутых ложбин разной степени проточности и истоков ручьев на склонах суглинистых моренных холмов характерны хвощево-сфагновые, болотно-травяные и приручейные ельники.

По долинам рек довольно часто встречаются безлесные луговины и травяно-гипновые болота, в притеррасной части пойм формируются ключевые травяно-гипновые болота небольшой площади. Боровые террасы заняты лишайниково-брусничными сосняками, склоны террас к пойме – ельниками с сосной и лиственницей и лиственными породами черничными и чернично-разнотравными (кисличными). Прирусловые части пойм рек заняты припойменными ивняками и луговинами.

2. Характер естественной динамики и особенности возрастной структуры

Территория малонарушенного массива представляет собой мозаику разных типов таежных лесных и нелесных (преимущественно водно-болотных) сообществ. В настоящий момент на территории массивов широко представлены «усыхания», ветровальные участки, а

также гари разного возраста. Характер естественной динамики и частота нарушений в разных типах леса существенно различны.

Для сухих и сфагновых сосняков (Рис. 2), а также для лиственничников озерно-ледниковых равнин и боровых террас характерна пожарная динамика и выраженность возрастных когорт древостоя. Анализ возрастной структуры в пределах всей изученной территории показал, что в древостое присутствуют сосны и лиственницы в возрастных диапазонах около 350 лет, 220 лет, 150-100 лет, и 60-70 лет. По всей видимости, частота и площадь пожаров в данные периоды была максимальной. Следует отметить, что подавляющая часть деревьев лиственницы имеет возраст около 350 лет, деревья данного поколения отмечены даже на низинных болотах и на водораздельных болотных массивах, которые, очевидно, пересыхают и горят крайне редко, что свидетельствует об экстремальной засушливости периода середины XVII века.

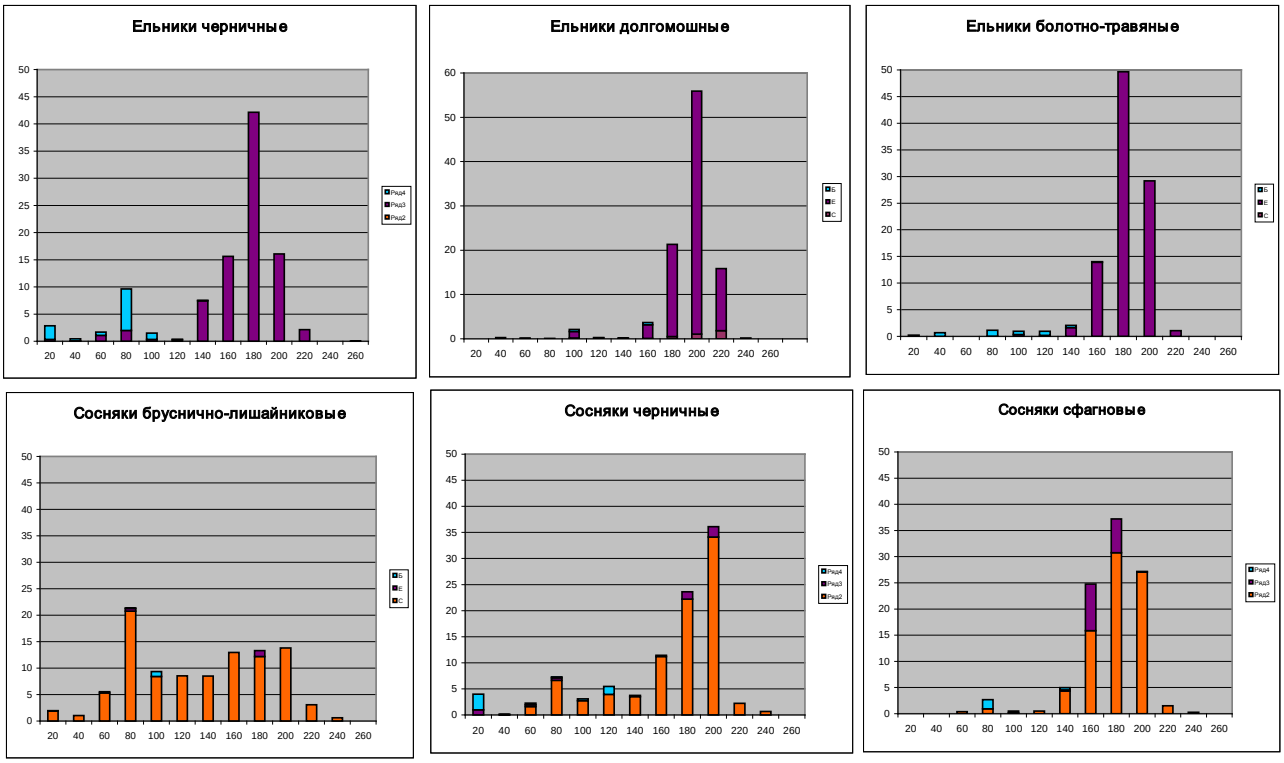


Рис. 2. Породно-возрастная структура древостоев МЛТ (по данным лесоустройства 1990-2005 гг. в нескольких лесничествах, материал предоставлен предприятием «Севлеспроект»).

На перемытой супесчаной морене развиты сосняки и ельники чернично-брусничные и черничные свежие, местами с лиственницей, сосной, осиной и березой, для которых характерны как пожары, так и ветровалы. На суглинистой морене дренированные склоны заняты преимущественно ельниками черничными, в древостое обычно имеется примесь березы, в меньшей степени – других пород, для данных сообществ, видимо, более характерны ветровалы, но возможны и пожары, возникновение которых возможно в особо засушливые периоды. В целом на моренных участках преобладают старовозрастные ельники (180-220 лет) (включая мозаику разных стадий восстановления в небольших окнах, а также старые послепожарные участки ельников с осиной, сосной лиственницей и березой того же возраста). В массивах широко представлены относительно молодые условно одновозрастные (90-150 лет) сосновые, березовые и осиновые насаждения, возникшие после естественных нарушений катастрофического характера (пожаров, обширных ветровалов), имевших место в конце XIX – начале XX века, окна возникшие в 30-40 х годах XX века, как правило, заняты мелколиственными породами (Рис. 2). Для дренированных склонов и бровок моренных

холмов в целом характерно наибольшее разнообразие участков ветровалов и гарей на разных стадиях зарастания, условно-одновозрастных древостоев с преобладанием сосны или мелколиственных пород. Текущие усыхания и ветровалы также выражены, прежде всего, в данных местоположениях (Рис. 1).

На слабоволнистых водораздельных равнинах режим увлажнения становится застойным, в связи с чем происходит заболачивание и торфонакопление. Для долгомошных и сфагновых ельников преобладающий возраст насаждений составляет около 180-350 лет, но найдены и отдельные особи старше 400 лет. Для данных типов ельников характерна абсолютно-разновозрастная структура древостоя и формирование небольших диффузных окон. Частота крупных нарушений в данных сообществах невелика, в связи с чем преобладают абсолютно разновозрастные еловые древостои с участием березы. Для данных сообществ характерно формирование современных набольших окон (пятна усыхания и вывалы диаметром около 30 м). По данным лесоустройства, практически все ельники данных типов относятся к возрастным классам 180-220 лет (Рис. 2).

Сообщества вогнутых поверхностей с проточным увлажнением и питанием подвержены крупным нарушениям в меньшей степени. Кисличные и разнотравные ельники могут подвергаться ветровалам и пожарам (с чем связана примесь лиственницы, сосны и осины). В болотно-травяных, хвощево-сфагновых и приручейных ельниках формируются небольшие диффузные окна. Данные сообщества, как правило, характеризуются абсолютно разновозрастной возрастной структурой, являющейся следствием мелкооконной динамики. По данным лесоустройства, большинство ельников данных типов отнесены к возрастным классам 180-220 лет (Рис. 2).

Таким образом, большинство коренных ельников и сосняков МЛТ восточной части Архангельской области и в западной части республики Коми было сформировано в конце XVIII – начале XIX века, что, вероятно явилось следствием крупных нарушений, произошедших в тот период. Определенная доля древостоев сформировалась также после крупных нарушений 1830-1910х годов, что также подтверждается дендрохронологическими данными на ключевую территорию [6]. Возрастная структура древостоев из сосны и лиственницы носит следы и более ранних пожарных нарушений XVII века.

3. Результаты дешифрирования современных окон в коренных ельниках

Ниже представлены результаты подсчета площадей ветровалов по тем типологическим единицам (группам типов местностей и типов леса), где была показана высокая сходимость дешифрирования ветровалов. Учитывались еловые леса на моренных отложениях с учетом рельефа, а болота, разреженные сфагновые и сухие сосняки, а также поймы рек, боровые террасы и озерно–ледниковые равнины были исключены из анализа.

В разрезе лесотипологической структуры в целом по контурам наибольшую долю площади (28.5 %) ветровалы занимают в одной из наиболее распространенных групп типов леса – в ельниках черничных. Меньшую долю территории (25 %) они занимают в ельниках долгомошных (чернично-сфагновых). Около 23 % территории охвачено ветровалами в ельниках болотно-травяных, ельниках кисличных (разнотравных) и ельниках сфагновых. Надо отметить, что в данных типах леса оценка ветровалов по SWVI и 5 каналу может быть завышена, т.к. в связи с разреженным пологом яркость пикселей может показывать также недостаточную влагообеспеченность напочвенного покрова. По нашим данным, формирование крупных окон в данных типах леса происходит нечасто. В ельниках с сосной бруснично-черничных ветровалы занимают только 12.7 % территории.

Очевидно, ельники черничные сформированы на относительно дренированных участках, в связи с чем влагообеспеченность во время засухи там минимальна. Кроме того, сравнительно высокая продуктивность древостоя черничников (высота древостоя 18-25 м) при ветровалах создает условия для формирования крупных окон, тогда как ельники

долгомошные и сфагновые характеризуются разреженным древостоем высотой 12-15 м, в связи с чем крупные ветровалы не формируются.

В разрезе структуры ландшафтных местностей были получены более контрастные результаты. В сравнении с московской мореной, на ключевом участке моренные отложения валдайского времени занимают небольшую площадь, однако большая доля площади ельников на валдайских моренных отложениях занята ветровалами (до 57.7 %). В ельниках на московской морене в целом доля ветровалов меньше (18-30 %) и достигает максимальных значений на возвышенных моренных участках (от 200 м н.у.м.). Сходные закономерности были получены путем анализа ветровалов на основе цифровой модели рельефа – максимальные доли окон были выявлены на возвышенных участках (выше 160 м н.у.м.).

Разница в степени распада ельников на моренах разного возраста может быть связана с тем, что молодые отложения валдайского возраста характеризуются намного более выраженным рельефом, и, соответственно, большим количеством дренированных склонов. Гипсографическая разница в доле ветровалов может быть связана с тем, что ниже отметок 160-180 м н.у.м. на обследованных МЛТ морена большей частью перемыта (преобладают более легкие супесчаные отложения), тогда как выше данной отметки почвообразующей породой являются суглинки [17]. Вероятно, засуха более существенно влияет на ельники, сформированные на обычно переувлажненных суглинистых почвах.

Таблица 1. Доля ветровалов от площади типологической единицы и общая площадь типологических единиц. Результаты представлены по избранным группам типов ландшафтных местностей [17] и типов леса.

Группы типов ландшафтных местностей	% площади занятой ветровалами	площадь анализа, км²
Дренированные моренные равнины на отложениях валдайского времени	**57.4**	45.67
Плоские равнины на отложенииях валдайского времени	**49**	100.18
Холмистые напорные конечно-моренные гряды валдайского времени	**41**	71.50
Холмистые окраины моренных равнин с современной речной эрозией валдайского времени	**31.**2	38.58
Плоские моренные равнины московского времени	26.5	561.58
Моренные увалы московского времени	21.5	586.95
Холмистые окраины моренных равнин московского времени	18.1	301.07
Моренные возвышенности московского времени	24.1	541.89
Возвышенные равнины на отложениях московского времени (выше 200 м н.у.м).	**30.2**	271,7
Плоские моренные равнины московского времени (выше 200 м н.у.м).	26	331.90
Группы типов леса		
Ельники и сосняки бруснично- черничные	**12.7**	238.05
Ельники болотно-травяные (включая логовые)	23.1	602.37
Ельники черничные (свежие и влажные)	**28.5**	1047.30
Ельники кисличные и разнотравные	23.7	112.43
Ельники долгомошные (чернично-сфагновые)	25.2	1615.42
Ельники сфагновые	23.8	178.70

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе анализа возрастной структуры лесной растительности малонарушенных массивов можно заключить, что массовый распад коренных ельников в континентальных районах Европейского Севера не является уникальным явлением: он периодически повторялся в прошлом, сопровождаясь пожарами, и, по всей видимости, обусловлен сравнительно продолжительными периодами засушливых вегетационных сезонов.

На ключевом участке для коренных ельников малонарушенных лесных территорий востока Архангельской области и республики Коми вычислена площадь крупных окон, сформировавшихся за период с 1990 по 2011 год. Она зависит как от типа леса, так и от таких признаков ландшафта как характер почвообразующих пород, рельеф и гипсометрическое положение. Наиболее обширные нарушения выявлены для ельников черничных на суглинистых почвообразующих породах на относительно дренированных склонах моренных равнин, расположенных выше отметки 160-180 м н.у.м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Aakala, T, Kuuluvainen, T. 2010. Summer droughts depress radial growth of Picea abies in pristine taiga of the Arkhangelsk province, northwestern Russia. – Dendrochronologia (In Press).

Aakala, T., Kuuluvainen, T., Wallenius, T., and Kauhanen, H. 2011 Tree mortality episodes in the intact Picea abies-dominated taiga in the Arkhangelsk region of northern European Russia Journal of Vegetation Science, Vol. 22 (2), 322–333.

Aksenov D., Dobrynin D., Dubinin M., Egorov A., Isaev A., Karpachevskiy M., Lestadius L., Potapov P., Purekhovskiy A., Turubanova S., and Yaroshenko A. 2002. Atlas of Russia's Intact Forest Landscapes. - Moscow, Global Forest Watch

Drobyshev I., Niklasson M., Linderholm H., Granström A. 2012. Climatic controls of forest fires in Sweden: a spatially-explicit analysis of synchronicity of fire occurrence over 1400-1900 AD. Manuscript.

Drobyshev, I. and Niklasson, M. 2004. Linking tree-rings, summer aridity, and regional fire data: an example from the boreal forests of Komi republic, Eastern European Russia. Can. J. For. Res. 34: 2327-2339.

Khakimullina T. 250 Years of Disturbance Dynamics in a Pristine Old-growth Picea abies Forest in Arkhangelsk Region, North-Western Russia: a Dendrochronological Reconstruction. 2010. Master thesises. 32 p.

Zagidullina, A. 2009. Vegetation of Intact Forest Landscape on the watershed between Northern Dvina and Pinega rivers. In: Kauhanen, H., Neshataev, V., Vuopio, M. (Eds.). - Finnish Forest Research Institute, Helsinki. 90-107.

Беручашвили Н.Л., Жучкова В.К. Методы комплексных физико- географических исследований / Н.Л. Беручашвили, В.К. Жучкова. – М.: МГУ,. 1997. – 320 с

Исаченко А.Г. Ландшафты СССР. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1985.

Крылов, А.М., Владимирова, Н.А. 2011. Дистанционный мониторинг состояния лесов по данным космической съемки. Геоматика №3(12), с. 53 – 57

Крылов, А.М., Малахова, Е.Г., Владимирова, Н.А. 2012. Выявление и оценка площадей катастрофических ветровалов 2009–2010 гг. по данным космической съемки. Известия санкт-петербургской лесотехнической академии. В печати.

Кузнецов Н. Доклад Лесному обществу и XII Всероссийскому съезду лесовладельцев и лесохозяев в г. Архангельске 1912 г. Лесной журнал № 10 1912 г. с. 1165-1204.

Неволин О.А., Грицынин А.Н. История Березниковского лесхоза. Архангельск, 2002. 464 с.

Огибин Б.Н., ,Демидова Н.А. 2009 Причины и особенности распада коренных ельников водораздела рек Северная Двина – Пинега в Архангельской области. In: In: Kauhanen, H., Neshataev, V., Vuopio, M. (Eds.). Finnish Forest Research Institute, Helsinki. 108-113.

Романюк Б., Загидуллина А., Книзе А., Мосягина Е. Природоохранное планирование в лесном хозяйстве в условиях Северо-Западного региона РФ. 2006 Устойчивое лесопользование № 2 (10), с. 29-38.

Скугравu В. Вспышки массового распространения короеда-типографа в Европе с XIV в. до середины XX в. // Бюлл. №4 Постоянной комиссии по биологической защите леса. Экологически безопасная защита растений от вредителей и болезней. Пушкино, 2004. с. 95–117.

Столповский А. 2012. Характеристика и районирование ландшафтов. В сб Ландшафтное и биологическое разнообразие на территории междуречья Северной Двины и Пинеги. Архангельск. (в печати).

THE STRUCTURE OF FOREST VEGETATION AND LARGE-SCALE NATURAL DISTURBANCES IN PRISTINE FOREST LANDSCAPES OF RUSSIAN NORTH (EAST PART OF ARCHANGELSK REGION - WEST PART OF KOMI REPUBLIC)

© 2012 Asiya Zagidullina[1], Olga Lisitsyna[2]

[1] Saint-Petersburg Forest Research Institute
[2] University of Oulu, Finland

The structure of forest vegetation in pristine forest landscapes of Archangelsk region and Komi republic is analyzed. The landscape pattern and area of big natural gaps in pristine spruce forest on moraine soils is revealed within model territory.

Key words: *pristine forests, natural disturbances dinamic, landscape analysis, spruce dominated forests*

Asiya Zagidullina, Master of Biology, researcher, asiya-z@yandex.ru; *Olga Lisitsyna*, Master of Geography, researcher, olga.lisitsyn@gmail.com

УДК 581.55

ЭКОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПЕСЧАНЫХ ПЛЯЖЕЙ И ДЮННЫХ ПЕСКОВ НА ПОБЕРЕЖЬЕ БАЙКАЛА

© 2012 Л.Н Касьянова

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск

В статье рассматриваются особенности размещения комплексов растительности на подвижных песках в зависимости от форм эолового рельефа и климата.

Ключевые слова: *дюнные пески, формы рельефа, экологические факторы.*

Дюнные пески на побережье Байкала и своеобразная растительность, покрывающая их, являются редкостным явлением для природы Прибайкалья, располагающегося в зоне бореальных хвойных лесов.

В статье рассматриваются экологические условия, обусловливающие формирование особого комплекса растительности на современных (позднеголоценовых) дюнных песках. Эти пески подвижны. Их мобильность обусловлена как природными процессами, так и хозяйственной деятельностью человека. Комплексы древних, раннеголоценовых дюнных песков, здесь не освещаются. В настоящее время эти пески закреплены и укрыты растительностью.

История накопления мощного песчаного материала на побережье Байкала связана с волновыми процессами и сильными ветрами, переносящими песок с береговых пляжей вглубь суши. В результате этих процессов, получивших особенно интенсивное развитие в эпоху голоцена, на берегах мелководных заливов Байкала, образовались эоловые отложения (дюнные пески) различной мощности и протяженности [1,2]. Наибольшие очаги их развития находятся на северном берегу Байкала (остров Ярки, район Дагарской Губы), а также на восточном (побережья Баргузинского залива, губы Каткова и бухты Безымянной) и западном (остров Ольхон).

Современные дюнные пески на побережье Байкала хорошо отсортированы. В их гранулометрическом составе преобладает среднезернистая фракция (0,5-0,25 мм, 82 %). Остальная часть зерен представлена крупнозернистой (0,1-0,5 мм) и мелкозернистой (0,25-0,10 мм) фракциями. Все пески имеют светло серый или желтовато белый цвет и состоят преимущественно из зерен кварца и полевого шпата [2].

Процессы образования дюнных песков на Байкале, в которых принимает участие растительность, по своему генезису близки береговым песчаным дюнам, формирующимся на побережьях морей и океанов [3,4].

Формы и размеры массивов дюнных песков, расположенных на побережьях мелководных заливов Байкала, обусловлены ветровыми потоками, транспортирующими песок [2, 5-8]. В этом процессе первостепенное значение имеет направление ветра и его скорость. Установлено, что наибольший перенос песчаного материала в воздушном потоке происходит под воздействием господствующих ветров западного и северо-западного направлений. При этом влияние ветров названных румбов особенно сильно проявляется в осенний и зимний периоды.

Рельеф современных дюнных песков характеризуется определенным набором морфоскульптур, возникших под влиянием различных морфодинамических процессов. Под воздействием волноприбойных процессов, ветровой эрозии и аккумуляции в береговой части массивов дюнных песков выработаны прибрежные пляжи, бары и лагуны. В результате дефляции и транзита песка на обширных пространствах этих массивов сформированы

Касьянова Любовь Николаевна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник. E-mail: kasyin@sifibr.irk.ru.

типичные эоловые формы, такие как дюны, коридоры продува, котловины выдувания, останцы, дефляционные плоскости и аккумулятивные валы.

Неоднородность морфоскульптур, обусловленная вышеназванными экзогенными процессами, и различия в микроклимате их отдельных элементов, породили в пространстве дюнных песков экотопическую неоднородность. Вследствие этого в поселении растений и размещении ценозов на дюнных песках наблюдается определенная закономерность, заключающаяся в приуроченности организмов и ценозов соответственно экологической среде экотопа. В данной закономерности первостепенное значение имеет положение экотопа относительно господствующего направления ветра.

Кроме ветра, экотопическому отбору растений на дюнных песках способствуют такие абиотические факторы как обеспеченность растений водой, температура субстрата, движение песка.

Дюнные пески побережий характеризуются особым водно-воздушным режимом песчаного субстрата. Высокая степень водопроницаемости песка, способствует быстрому просачиванию дождевых осадков во внутрь толщи и последующей их аккумуляции. При этом сухой слой песка, образующийся на поверхности песчаной толщи, вследствие своих физических свойств, способствует сохранению влаги внутри нее [9].

По нашим наблюдениям на острове Ольхон, толща песка, расположенная ниже 10-20 см от поверхности, на протяжении вегетационного сезона всегда остается влажной. Обычно на этом уровне находится корневой узел, от которого формируется вся корневая система у растений. При этом корневые системы жизненных форм растений между собой почти не соприкасаются, а их надземные части не смыкаются. Постоянная борьба растений против засыпания их надземных частей, обусловливает многоярусное расположение подземных органов.

Высокая дневная температура песчаного субстрата летом, является характерной чертой климата дюнных песков. На побережье Байкала, на поверхности песка в летний период максимальная температура достигает 40ºС и более. В толще песка, максимум температуры - значительно ниже. В этом случае, наиболее примечательным фактом является не столько показатель максимума температуры, сколько динамика температуры в течение дня в разных слоях песчаной толщи. Например, в июле, на острове Ярки, в слое песка 0-5 см, с 9 до 20 часов, наблюдались колебания температуры от 4 до 13ºС (максимум температуры 25º). На глубине 15 см амплитуда температуры составила 0,8 - 1º (максимум - 16º).

Как известно, коэффициент увлажнения территории и радиационный индекс сухости являются наиболее надежными показателями, отображающими сочетание тепла и влаги любой территории. Приведенные в таблице 1 значения этих показателей, свидетельствуют о том, что атмосферное увлажнение и температурные условия на дюнных песках побережья Байкала не равнозначны. Самый высокий показатель радиационного индекса сухости наблюдается на острове Ольхон, а более низкий - на побережьях Баргузинского залива, губы Каткова и губы Безымянной.

Разница в атмосферном увлажнении берегов Байкала, обусловливает существенное отличие комплексов растительности дюнных песков северного и восточного побережий, от их западного аналога. Достаточное атмосферное увлажнение, существующее на северном и восточном побережьях Байкала, способствует развитию обширных зарослей кедрового стланика (*Pinus pumila*) на дюнных песках острова Ярки, на побережьях Баргузинского залива, губы Каткова и губы Безымянной. В то время как на западном берегу, характеризующимся недостаточным увлажнением, на дюнных песках острова Ольхон этот вид не встречается.

Размещение растительности на дюнных песках в зависимости от рельефа и экологических условий рассмотрим на примере острова Ольхон.

Береговые песчаные пляжи. Как правило, пляжи состоят из двух частей. Одна его часть интенсивно подвергается воздействию волн. Другая – менее динамичная. Последняя форма представляет собой высокую насыпь песка, поросшую одиночными растениями. Всего на

Таблица 1. Показатели географической среды, характеризующие тепловой и водный баланс растительности природных зон умеренных широт и азональной растительности дюнных песков на берегах Байкала.

Растительность природных зон	**Годовой коэффициент увлажнения [10]**	**Радиационный индекс сухости [11,12]**
Лесная	1,00-1,49	0,5 - 1
Степная	0,30-0,59	1 - 2
Полупустынная	0,13-0,29	2 - 3
Пустынная	0,00-0,12	более 3
Азональная растительность		
Растительность дюнных песков		Радиационный индекс сухости [13]
остров Ольхон	0,34	2,86
остров Ярки	-	1,28
побережье Баргузинского залива	-	1,16
побережье губы Каткова и бухты Безымянной	-	0,99

территории пляжа зарегистрировано 90 видов растений. Среди них наиболее характерны *Craniospermum subvillosum, Corispermum sibiricum, Isatis oblongata, Papaver ammophilum.*

Мелководные лагуны. Они находятся за границей пляжа. Представляют собой водоемы, заросшие прибрежно-водными растениями. Вокруг лагун соответственно почвенному увлажнению формируется полоса растительности, состоящая из многолетних влаголюбивых луговых и степных трав.

Дюнный рельеф. Экотопическая неоднородность дюнных песков способствует формированию степных псаммофитных фитоценозов разной организации, от простых растительных группировок с общим проективным покрытием 5-30 % до сложных сообществ с покрытием 40-60 %, а также лесных структур, представленных фрагментами лесных сообществ, одиночными деревьями и их группами, часто имеющими модифицированные жизненные формы.

Простые по организации псаммофитные фитоценозы и пионерные группировки формируются на наветренных склонах и в некоторых ложбинах выдувания. Более сложные фитоценозы по составу и структуре размещаются на высоких песчаных буграх, пологих склонах дюн и бугров, укрытых от ветра и на выровненных дефляционных плоскостях.

Аккумулятивные валы. Они обрамляют песчаные массивы. На их гребнях возвышаются одиночные деревья из *Pinus sylvestris* и *Larix sibirica,* а также кустарники небольшой высоты. Подветренная сторона вала – это осыпающиеся пески. Засыпанные частично и наклоненные стволы деревьев на этой стороне вала свидетельствуют об интенсивном наступлении песков на лес. Травянистая растительность на вале формируется отдельными небольшими участками.

Останцы. Они часто сохраняют в плане форму гряды. Гребни останцев покрыты деревьями и кустарниками *Spiraea salicifolia, Salix kochiana, а также Betula pendula* кустарниковой формы. Асимметричные склоны останцев покрыты пионерными группировками многолетних трав.

Флора песков на острове Ольхон насчитывает 140 видов сосудистых растений, объединяющихся в 39 семейств и 91 род. В составе растений доминирующее положение занимают жизненные формы многолетних поликарпических трав.

В целом для состава растительности, формирующегося на дюнных песках побережья Байкала, характерно сочетание комплексов разных типов и ценотических структур различных стадий развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.*Агафонов Б.П.* Ветровой литопоток из озера Байкал. // Доклады Академии Наук. 2002. Т. 382, № 5. С. 688-691

2. *Акулов Н.И., Агафонов Б.П.* Эоловые пески на Байкале и их связь с ильменитовыми россыпями // Региональная геология и металлогения. 2005. № 23. С. 132-138.

3. *Вальтер* Г. Растительность Земного шара. Эколого-физиологическая характеристика. Т. 3. М.: Прогресс, 1975. 426 с.

4. *Агафонов Б.П.* Малые литодинамические круговороты на границе водоем-суша // Геодинамическая эволюция литосферы центрально-азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2003. С. 14-17.

5. *Вика С., Снытко В., Щипек Т.* Ландшафты подвижных песков острова Ольхон на Байкале. Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 1997. 63 с.

6. *Вика С. Овчинников Г.И., Снытко В.А., Щипек Т.* Эоловые фации Восточного побережья Байкала. Иркутск: Изд-во Института земной коры СО РАН, 2002. 56 с.

7. *Вика С., Намзалов Б.Б., Овчинников Г.И., Снытко В.А., Щипек Т.* Пространственная структура эоловых урочищ восточного побережья озера Байкал. Иркутск: Изд-во Института земной коры СО РАН, 2003. 75 с.

8. *Агафонов Б.П., Акулов Н.И.* О природе песчаных потоков на Ольхоне // Известия РАН. Серия геогр. 2006. № 5. С.101-108.

9. *Кассас М., Батанону К.Г.* Экология растений // Сахара. М.: Прогресс, 1990. С. 85-95.

10. *Иванов Н.Н.* Ландшафтно-климатические зоны земного шара. Записки географического общества. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948. Т. 1. 223 с.

11. *Григорьев А.А.* Географическая зональность и некоторые ее закономерности // Известия АН СССР, 1954. Геогр. серия, № 5. С. 13-79.

12. *Будыко М.И.* Глобальная экология. М.: Мысль, 1977. 326 с.

13. *Буфал В.В., Панова Г.П., Стрелочных Л.Г.* Радиационный баланс и тепловой режим // Структура и ресурсы климата Байкала и сопредельных пространств. Новосибирск: Наука 1977. С. 21-50.

ECOLOGY OF VEGETATION OF SANDY BEACHTS AND DUNE SANDS ON THE LAKE BAIKAL COASTS

© 2012 L.N. Kasyinova

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS

This article discusses features of placing vegetation complexes on the shifting sands, depending on the form of aeolian relief and climate.

Keywords: *dune sands, land forms, ecological factors.*

Lubov Kasyinova, Doctor of Biology, Senior Research fellow. E-mail:kasyin@sifibr.irk.ru.

УДК 581.9

ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ СТРУКТУРА СЕВЕРНЫХ ДУБНЯКОВ

© 2012 М.Г. Комиссарова

Череповецкий государственный университет, г. Череповец

В статье анализируется зависимость видового разнообразия северных пойменных дубняков от их горизонтальной структуры.

Ключевые слова: *северные дубовые леса, обычные спутники, виды, видовое богатство, густота древостоя, мелколиственные леса.*

Дуб черешчатый(*Quercus robur*) является ценной в хозяйственном отношении породой. Поэтому биология этого вида, а также закономерности развития дубрав в основных районах его распространения изучены довольно подробно. Но на северной границе своего ареала дуб встречается только в виде не имеющей хозяйственной ценности примеси к основным породам. Это могут быть разрозненные мелкие массивы, немногочисленные группы и даже отдельные экземпляры.

Лимитирующим фактором распространения дуба черешчатого на север, по-видимому, является температура, а особенно — недостаточная продолжительность вегетационного периода. Поздние весенние заморозки повреждают молодые побеги и листья деревьев, в результате чего они усыхают, а ранние осенние заморозки не дают возможности семенам вызреть. Кроме того, не успевая подготовиться к зимнему периоду, деревья становятся еще более уязвимы для морозов.

В связи с этим, на северной границе своего ареала этот вид способен выживать только в пределах рефугиумов — микроклиматических убежищ, где по каким-либо причинам неблагоприятные факторы среды проявляются в меньшей степени. Чаще всего это отмечается в поймах рек, где близость водных пространств снижает уровень негативного воздействия низких температур. Но даже здесь условия для дуба следует считать экстремальными. Это приводит к снижению продуктивности дубняков (IV — V бонитет при полноте 0,4 — 0,5). Стволы деревьев часто повреждены морозобоинами и гнилями, кроны сформированы мощными раскидистыми (порой до 10 м.) ветвями, нередко надламывающимися под своей тяжестью. В результате этого на северных территориях теряется хозяйственный интерес к дубу. К изучению дуба черешчатого на северной границе его распространения в научной литературе уделяется мало внимания. Тем не менее, с нашей точки зрения, изучение северных дубрав — довольно актуальный вопрос. Во-первых, значение рефугиумов очень велико с точки зрения исследования биоразнообразия, так как существование рефугиумальных фитоценозов в условиях, являющихся экстремальными для составляющих его видов, и изолированность этих группировок растительности служат причиной появления новых генотипических признаков. В этом отношении необходимы выявление и целенаправленная охрана подобных природных образований, тем более что они сами по себе представляют интерес как познавательный объект, хотя бы в целях установления более точного списка неморальных и собственно дубравных элементов растительности, присущих таежной зоне. Интересно также изучение динамики ареала дуба, в т.ч. в связи с антропогенным потеплением, о котором сейчас много говорится. Во-вторых, изучение дубрав на северном пределе их распространения интересно и с хозяйственной точки зрения, поскольку поможет выяснить оптимальные для произрастания (и для выращивания) дуба микроклиматические и почвенные параметры и разработать специализированные приемы ведения лесного хозяйства в занятых дубом поймах северных рек.

Комиссарова Маргарита Геннадьевна, заведующий лабораторией кафедры биологии, E-mail: mgkomissarova@mail.ru

Северная граница ареала дуба черешчатого (*Quercus robur*) в литературных источниках маркируется приблизительно линией Санкт-Петербург – Вологда –Киров – Пермь. Одним из аспектов изучения дубрав на этой линии является их пространственная структура. На изучаемой территории нами было заложено пять пробных площадей на которых проводилась сплошная перечислительная таксация древостоя и построены схемы его горизонтальной структуры. Были проведены также геоботанические исследования с использованием индексов проективного покрытия флористической школы Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964), в результате чего выявлены закономерности в соотношении между видовым составом древостоя, его сомкнутостью и видовым составом травянистого яруса.

В сложении древостоев данных сообществ принимает участие целый ряд древесных пород: дуб (*Quercus robur*), липа (*Tilia cordata*), ильм (*Ulmus scabra*), береза (*Betula pendula*), осина (*Populus tremula*) и др.

Среди встреченных нами массивов с участием дуба наиболее крупным является «Котельническая дубовая роща» (пойма р. Вятка в окрестностях г. Котельнич, Кировская область), где на долю дубрав приходится 361,7 га. Рисунки 4 и 5 показывают, что в древостое этого участка присутствует липа, а это свидетельствует о богатых и хорошо дренированных почвах. Данные табл.1 свидетельствуют, что на этих же территориях видовой состав травостоя наиболее разнообразен, притом наибольшее число видов (36) отмечено на площади, где сомкнутость крон наименьшая (приблизительно 50%) (рис.4). В пределах этой площади встречаются светолюбивые виды, предпочитающие богатые почвы: гравилат городской (*Geum urbanum*), герань луговая (*Geranium pretense*), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*).

Таблица 1. Видовой состав северных дубняков

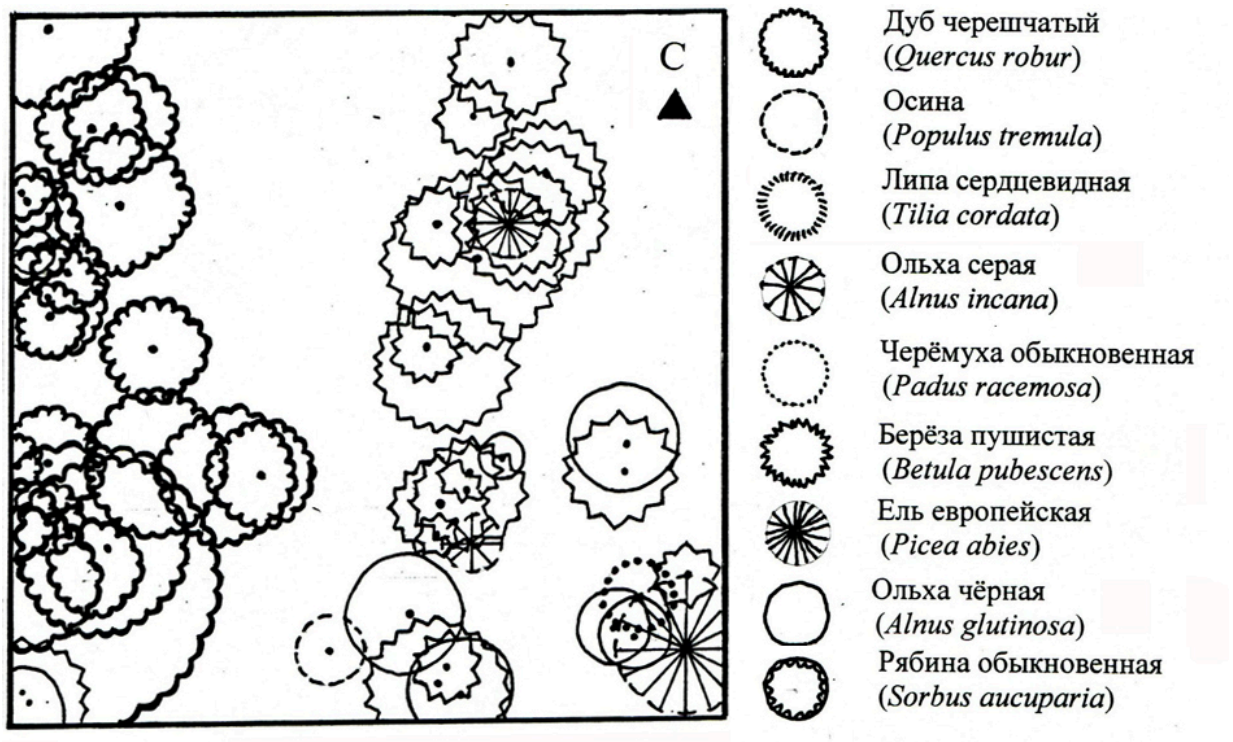
Вид	Урочище «Дубня», Междуреченский р-он, Вологодская обл.	Окрестности д. Романцево, Буйский р-он, Костромская обл.	Окрестности г. Мантурово, Костромская обл.	«Котельническая дубовая роща», Кировская обл., пробная площадь №1	«Котельническая дубовая роща», Кировская обл., пробная площадь №2.
Achillea millefolium					+
Actaea spicata		+			
Aegopodium podagraria		+		+	
Agrostis tenius					1
Alchemilla vulgaris				+	
Angelica sylvestris				+	+
Anthriscus sylvestris		+			
Artemisia vulgaris				+	
Athyrium filix-femina	+	+			
Calamagrostis arundinacea	+			+	+
Calla palustris	+				
Campanula patula					+
Carex appropinquata	+				
Carex rostrata			1		
Convallaria majalis				+	+
Convolvulus arvensis	+				
Crepis paludosa			+	+	+
Elytrigia repens				+	
Equisetum arvense				+	
Filipendula ulmaria	+		+	1	+
Fragaria vesca		+		+	+
Frangula alnus	+			+	+

Galeopsis ladanum	+				
Galium intermedium			+	+	+
Galium palustre	+				
Galium rivale			+	+	+
Galium triflorum	+		+		
Geranium pratense				+	
Geranium sulvaticum				+	
Geum rivale				+	
Geum urbanum				+	
Glechoma hederacea	+		+	1	
Heracleum sibiricum				+	
Hypericum maculatum				+	+
Impatiens glandulifera	+				
Iris pseudacorus	+				
Lathyrus vernum					+
Leontondon autumnalis			+		
Lysimachia nummularia		+	+	+	+
Lysimachia vulgaris			+		
Majanthemum bifolium					+
Oxalis acetosella		3			
Padus recamosa		1	+	+	
Paris quadrifolia		+		+	
Picea abies		+		r	
Plantago major			+		
Poa nemoralis			+		+
Populus tremula	+		+		+
Ranunculus acris					+
Ranunculus cassubicus					+
Ranunculus repens			+		
Ribes nigrum		+			
Ribes rubrum	1				
Rosa acicularis	+		+	1	+
Rubus ceaesius			+		
Rubus idaeus		1		1	
Rubus saxatilis	+			+	
Salix caprea				+	
Sedum acre				+	+
Solidago virgaurea	+				+
Sorbus aucuparia	+	+	r	+	+
Stellaria nemorum	+				
Steris viscarif			+		
Swida alba	+			+	
Tilia cordata		1			
Trifolium pratense	+			+	+
Ulmus laevis				+	
Urtica dioica	+	2		+	
Veronica chamaedrys		+		+	+
Veronuca longifolia	+		+		+
Viburnum opulus			+		+
Vicia cracca		+	+	+	
Vicia sepium	+			+	+
Viola mirabilis			+		

Наименьшее видовое разнообразие (всего 16 видов) было выяалено на площади, которой соответствует рис. 2 (д. Романцево, Буйский р-он Костромской обл.). Рисунок показывает, что на данной территории как в древостое, так и в подросте присутствует ель. Как известно, ель (***Picea abies)*** сильно обедняет почвы и производит затенение. Здесь

появляются теневыносливые виды: кислица (*Oxalis acetosella)*, преобладающая в травостое, воронец колосистый (*Acroptilon repens),* купырь лесной (*Anthriscus sylvestris).*

Рисунок 1 (урочище «Дубня», Междуреченский р-он Вологодской области) показывает, что дуб приурочен к повышенному участку береговой линии старицы, где почва более сухая. При отдалении от этой линии происходит постепенное понижение, почвы становятся более тяжелыми и застойно-сырыми и, по-видимому, систематически подтопляемыми в период половодий. В таких условиях доминирование переходит к березе и ольхе, в подлеске появляются черемуха и осина. Видовой состав травяного яруса здесь не особенно разнообразен (26 видов). Интересно, что на этой территории нами были обнаружены гигрофильные виды, которые больше не обнаруживались ни на одной из исследуемых территорий: белокрыльник болотный (*Calla palustris*), осока сближенная (*Carex appropinquata*) , подмаренник болотный (*Galium palustre*) , ирис водяной (*Iris pseudacorus*)



а) б)

Рис. 1. а) Фрагмент горизонтальной структуры дубравы в пойме рек Сухона и Лежа. Урочище «Дубня». Междуреченский район Вологодской области. Описание №43. Индекс описания – Д2. Тип леса: дубрава купырево-таволговая. Состав древостоя 7,5Д1,3Б1,0Олч0,2Ос. б) принятые обозначения древесных видов.

Примечание: здесь и далее использован масштаб 1 : 200.

Рис. 3 (окр. г. Мантурово, Костромская обл.) демонстрирует пространственную структуру древостоя на площади, расположенной близко от населенного пункта. Несмотря на то, что сомкнутость крон здесь невелика (около 60 %), видовой состав - довольно беден (всего 24 вида). Видимо, это объясняется воздействием антропогенных факторов, в том числе и рекреации. Здесь произрастают устойчивые к вытаптыванию виды: лютик ползучий (*Ranunculus repens*), подорожник большой (*Plantago major),* кульбаба осенняя (*Leontodon autumnalis),* мятлик луговой (*Poa pratensis*).

Анализируя видовой состав сообществ с участием дуба можно сделать вывод, что северные дубняки флористически гораздо беднее южных, здесь редко встречаются постоянные спутники дуба, а некоторые (лещина) и вовсе отсутствуют. Видовое богатство напрямую зависит от сомкнутости древостоя. Не редко дуб вытесняется елью и

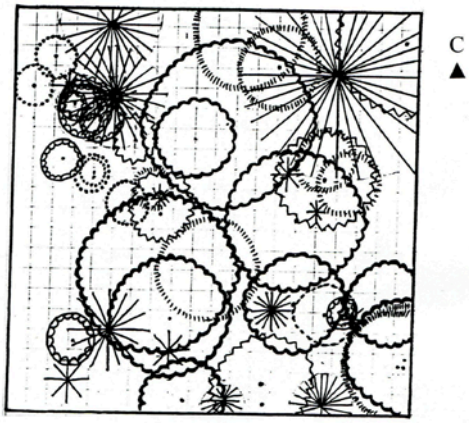


Рис. 2. Фрагмент горизонтальной структуры долинного (р. Мезенда, левый приток р. Кострома) дубового леса. Окрестности д. Романцево (Буйский район Костромской области). Описание № 46. Индекс описания – Р-1. Тип леса: дубняк елово-липовый. Состав древостоя: 5,9Д2,4Е1,0Б0,4Лп0,2Р0,1Ос

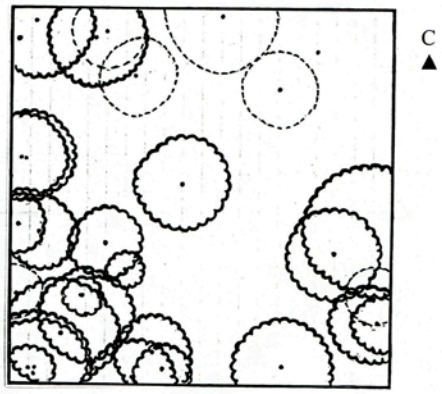


Рис. 3. Фрагмент горизонтальной структуры дубравы в пойме р. Унжа (заливаемая часть долины левого притока Унжи – р. Болть). Вблизи д. Быковка (окрестности г. Мантурово, Костромская область). Описание № 49. Индекс описания – М-1. Тип леса: дубрава осоково-таволговая. Состав древостоя: 8,8Д1,2Ос

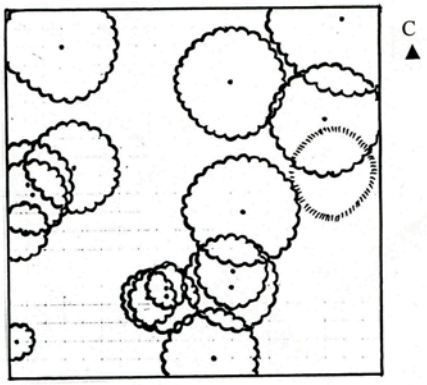
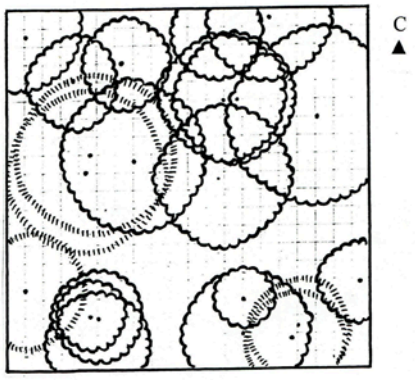


Рис. 4. Фрагмент горизонтальной структуры дубового леса в пойме р. Вятка. Урочище «Котельническая дубовая роща». Окрестности г. Котельнич (Кировская область). Описание № 58. Индекс описания – Ко-1. Тип леса: дубняк костяниково-липовый. Состав древостоя – 10,0Д



5. Фрагмент горизонтальной структуры дубового леса в пойме р. Вятка. Урочище ельническая дубовая роща». Окрестности г. Котельнич (Кировская область). сание № 69. Индекс описания – Ко-12. Тип леса: дубняк костяниково-липовый. Состав остоя: 9,5Д0,5Лп.

мелколиственными породами, а следовательно вряд ли сможет удержать завоеванные когда-то позиции.

THE HORIZONTAL STRUCTURE OF THE NORTHERN DUBNIAKOV

© 2012 M.G. Komissarova

Cherepovets state University

In the article is analyzed the dependence of the species diversity of the Northern floodplain dubniakov from their horizontal structure.

Key words: *northern oak forests, constant companions, species, richness in species, density of timber stand, small-leaved tree species.*

Komissarova Margarita Gennadyevna, head of laboratory, Department of biology, E-mail: mgkomissarova@mail.ru

УДК 574.4

СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТ БОЛОТ И ИХ ПРОДУКТИВНОСТЬ

© 2012 Н.П. Косых

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск

Определена структура растительных сообществ олиготрофных болотных массивов северной и южной подзон Западной Сибири. Дана количественная оценка вклада углерода с чистой первичной продукцией исследуемых территорий

Ключевые слова: *растительные сообщества, болота, продуктивность*

Обширность и труднодоступность заболоченных территорий Западной Сибири определяют трудности в оценке площадей болот, которые к настоящему времени значительно устарели, отличаются невысокой точностью и часто не совпадают друг с другом. Основная цель данной работы заключалась в определении площадей различных типов болотных комплексов, которая позволит распространить данные количественной оценкой чистой первичной продукции болотных экосистем на болота подзон в пределах таежной зоны Западной Сибири.

В каждой подзоне в пределах таежной зоны Западной Сибири были заложены ключевые участки, для которых по материалам космической съемки созданы электронные карты, позволяющие оценить соотношение площадей основных типов ландшафтных единиц для выбранной территории. Возможность сравнения полученных результатов по площадным соотношениям ландшафтов и величины продукции обеспечивается наличием единой легенды. Оценка чистой первичной продукции (NPP) растительного покрова сделана по единым методикам, разработанных для определения продукции мхов, надземной и подземной продукции трав и кустарничков (Косых и др., 2002).

Расчетные сочетания микроландшафтов в пределах комплексных ландшафтов, полученные с помощью дистанционного метода, позволяют распространить экспериментальные данные по продукции отдельных видов растительности на всю территорию болотного массива и, в дальнейшем, на всю территорию подзоны. В подзоне северной тайги была создана электронная ландшафтная карта масштаба 1:100 000 на основе материалов космической съемки (табл. 1).

Таблица 1. Площади основных типов сообществ на ключевом участке «Ноябрьск»

	Площадь, га	**% общей площади**	**%, площади болот и заболоченных лесов**
Дренированные территории (автоморфные леса)	51 658	42	
Пойменные и долинные леса	4 551	5	
Заболоченные леса и лесо-болотные комплексы	10 153	8	8
Сосново-кустарничково-сфагновые болота (рямы)	10 263	8	22
Олиготрофные болотные комплексы	11 435	10	43
Болотные комплексы на вечной мерзлоте	19 688	16	17
Мезотрофные болота (с преобладанием атмосферного питания)	3 152	3	7
Мезотрофные болота (амосферное питание и грунтовые воды)	1 661	1	3
Озера	4 028	3	
Другие земли	5 430	4	
Площадь болот с учетом заболоченных лесов	56 352	46	
Общая площадь	122 018	100	

Косых Наталья Павловна, старший научный сотрудник, E-mail: npkosykh@mail.ru

Поскольку данные по продукции растительности в грядово-мочажинных комплексах были получены отдельно для гряд и мочажин, необходимо было определить их площадь. Соотношение площадей растительных сообществ в пределах олиготрофных болотных комплексов Северной тайги в отсутствии материалов дистанционного зондирования высокого разрешения было установлено экспертно (табл. 2).

Таблица 2. Сочетания типов сообществ в пределах олиготрофных болотных комплексов

Типы сообществ	Площадь экосистем				Общая площадь, га
	гряд, % и га	мочажин, % и га	озерков, % и га	бугров, % и га	
Олиготрофные болотные комплексы	42 и 4803	37 и 4182	21 и 2450	-	100 и 11 435
Болотные комплексы на вечной мерзлоте	0	25 и 5002	34 и 6684	41 и 8002	100 и 19 688
Итого:	4 803	9 184	9 132	8 002	31 123

В выделенных экосистемах была определена продукция наиболее распространенных сообществ, которая представлена в таблице 3. Продукция рассчитана как средняя величина, определенная за три года наблюдений. Продукция изменяется на севере зоны от 178 до 480 гС/м^2 в год. Основной вклад в продукцию дают три фракции растительного вещества. Наибольший вклад в общую продукцию дает фракция подземных органов (BNP) и затем фракция мхов (ANPмхов). Вклад надземной продукции (ANPтрав и кустарничков) не превышает 10%.

Таблица 3. Продукция основных типов экосистем северной тайги, гС/м^2 в год

Экосистема	ANP трав и кустарничков	ANP мхов	BNP подземных органов	Всего
Типичный рям (гряда)	68	139	120	327
Низкий рям (бугры)	35	99	147	281
Олиготрофная мочажина	8	98	72	178
Мезотрофная мочажина	38	109	202	349
Долинное болото	45	118	317	480

Пониженные элементы рельефа представлены олиготрофными, мезотрофными мочажинами и мезотрофным болотом с доминированием осок. Низкая трофность в олиготрофных мочажинах приводит к минимальной продукции среди всех экосистем северной тайги. С повышением трофности, в мезотрофных мочажинах и в мочажинах речных долин, увеличивается продукция в 2-2,5 раза. Растительность повышенные элементы рельефа (гряды и бугры), где доминируют кустарнички, дают промежуточную среднюю величину продукции между олиготрофной и мезотрофной мочажинами. На севере лимитирующим фактором продукционного процесса наряду с низким питательным режимом является вечная мерзлота. И на мерзлых буграх продукция снижается до 281 гС/м^2 в год, на грядах же, где происходит протаивание сезонной мерзлоты продукция выше.

В южной тайге были использованы данные космической съемки для ключевого участка “Плотниково” и составлена электронная ландшафтная карта с основными типами ландшафтов (табл. 4).

Таблица 4. Площади основных типов ландшафтов на ключевом участке «Плотниково»

Типы сообществ	Площадь на ключевом участке, га	%, от общей площади территории	%, площади болот и заболоченных лесов
Дренированные территории (автоморфные леса)	8 164	10	
Пойменные и долинные леса	2 664	4	
Заболоченные леса и лесо-болотные комплексы	21 760	30	40

Сосново-кустарничково-сфагновые болота (рямы)	9 419	12	17
Олиготрофные болотные комплексы	10 902	15	20
Мезотрофные болота (с преобладанием атмосферного питания)	8 335	11	15
Мезотрофные болота (амосферное питание и грунтовые воды)	2 474	3	5
Евтрофные болота	2 523	3	4
Озера	10	0,01	
Осушенные болота	6 497	10	
Другие земли	2 374	2	
В том числе болот и заболоченных лесов	55 413	84	
Общая площадь	75 122	100	

Подробная характеристика участия различных типов сообществ в структуре олиготрофных болотных комплексов выполнена на основе использования материалов аэрофотосъемки масштаба 1:10 000 (табл. 4). В пределах олиготрофных болотных комплексов выделено 3 типа микроландшафтов (табл. 5).

Таблица 5. Сочетания типов сообществ в пределах олиготрофных болотных комплексов

Типы сообществ (в пределах олиготрофных болотных комплексов)	**Площадь гряд, % и га**	**Площадь мочажин, % и га**	**Площадь озер и озерков, % и га**	**Общая площадь, га**
Олиготрофные и мезо-олиготрофные грядово-мочажинные комплексы	22 % 1 472,0	78 % 5 218,98	-	6 691,0
Грядово-мочажинные комплексы с редкими озерками	<8 % 309,7	92 % 3 553,2	0,2 7,4	3 870,4
Грядово-мочажинно-озерковые гетеротрофные комплексы	8 % 27,2	71 % 241,8	21 % 71,5	340,5
Итого:	1 809 (16 %)	9 013,9 (83 %)	78,9 (<1)	10 902,0

Таблица 6. Продукция основных типов экосистем южной тайги, гС/м^2 в год

	ANP трав и кустарничков	**ANP мхов**	**BNP подземных органов**	**Всего**
Типичный рям	54	187	354	595
Низкий рям	35	201	151	387
Олиготрофная мочажина	34	125	100	359
Мезотрофная мочажина	82	176	342	600
Евтрофное болото	85	86	1289	1460

Таблица 7. Площади (га) и продукция (тС в год) болотных сообществ

Ключевой участок	**Ноябрьск**		**Плотниково**	
Типы сообществ	**S**	**NPP**	**S**	**NPP**
Сосново-кустарничково-сфагновые болота (рямы)	10263	33560	9 419	56043
Сосново-кустарничково-сфагновые сообщества (гряды)	4803	15706	1 809	7001
Кустарничково-сфагново-лишайниковые сообщества на мерзлых буграх	8002	22486	0	0
Олиготрофные мочажины (с преобладанием атмосферного питания)	9184	23374	17 349	62283
Мезотрофные болота (с преобладанием атмосферного питания)	3152	11000		0

Мезотрофные болота	1661	7973	2 474	14844
Евтрофные болота	0		2 523	36836
Озера и озерки	13160		89	0
Общая площадь болот (включая озера)	50226		33663	0
Общая продукция (NPP) болот		114099		177007

Таким образом, выполненная работа показывает, что имеющиеся возможности по уточнению площадей и разнообразия болотных экосистем, запасов фитомассы и заключенного в них углерода еще не реализованы полностью. Для повышения достоверности информации о запасах углерода в экосистемах торфяных болот Сибири необходимо дальнейшее уточнение их площадей с учетом депонируемого растительного материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Косых Н.П., Миронычева-Токарева Н.П., Блейтен В.* Продуктивность болот южной тайги Западной Сибири // Вестн. ТГУ, 2002. - № 2.- С. 142 –152.

STRUCTURE BOG AND THEIR PRODUCTION

© 2012 N.P. Kosykh

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS (ISSA SB RAS), Novosibirsk

Defined structure ecosystems oligotrophic bog North and South of sub-areas of Western Siberia. Describes quantification of carbon contribution with net primary production in peatlands

Key works: *ecosystem, bog, production*

Kosykh Natalia Pavlovna, scientific researcher, E-mail: npkosykh@mail.ru

УДК 630*182.3.24

СТРУКТУРА ЛЕСНОГО ПОКРОВА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

© 2010 г. А.Ю. Кудрявцев

Государственный природный заповедник «Приволжская лесостепь», г. Пенза

В работе описаны типы лесных массивов, характерные для зоны лесостепи. Лесные массивы рассматриваются как комплексы экосистем различной степени сложности. При этом учтены как приуроченность к элементам рельефа, так и размеры отдельных участков. Приводится оценка видового состава основных лесообразующих пород в различных типах лесных массивов.

Ключевые слова: *лесостепная зона, лесной покров, комплексы лесных экосистем, типы лесных массивов, видовой состав.*

Основные положения лесотопологического порядка были приняты в лесоведении под влиянием Г.И. Танфильева (1953) и Г.Ф. Морозова еще в начале 20-го века. Учение В.Н. Сукачева (1964) о лесных биогеоценозах, и в большей мере реализованное, показало, что многие системные принципы уже оправдали себя (Сочава, 1978). В настоящее время системные принципы анализа лесных экосистем и их комплексов широко применяются в лесоведении и ландшафтной экологии (Смолоногов, 1994, 1998, 2004; Кузьменко, Михеев, 2008; Mueller-Dombois D., Ellenberg H., 1974; Sugart H. J., Grow T.R., Helt J.M., 1973; Walter H., Box E., 1976). Определение понятия «лесной массив» сформулировано И.С. Мелеховым (1980): лесной массив – это «территория с лесной растительностью, заметно обособленная от соседней естественными границами». Таким образом, изолированный лесной массив можно рассматривать как целостную экосистему того или иного уровня сложности, с присущим комплексом свойств. В лесостепной зоне сплошной лесной покров отсутствует. Характерны островные массивы лесов различной площади, приуроченные к разным элементам рельефа.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в левобережье бассейна реки Суры, верхней части бассейна реки Хопер и верхней части бассейна реки Мокши. Общая площадь охваченной исследованиями территории составила более 1.7 млн. га. В качестве единиц классификации использованы лесные массивы различной площади. Выделение отдельных лесных массивов проведено с использованием планов лесонасаждений М 1:25000 и топографических карт М 1:100000. Лесные массивы, приуроченные к различным формам, рельефа объединяли в типы. В основу классификации положены типы лесных массивов, описанные Г.Ф. Морозовым (1970, 1971), а позднее Бельгардом (1950, 1980) для лесостепной и степной зон ЕТР и Украины. Для идентификации пространственных структур экосистем использовали морфометрический метод, основанный на анализе частотно-пространственных характеристик разного масштабного уровня (Б.В. Виноградов, 1998). Анализ состава древостоев проводился с помощью системы электронных таблиц Excel. Для оценки были использованы данные инвентаризации лесного фонда, проведенной в 2004 г. Поволжским предприятием «Леспроект».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Нами были выделены следующие типы лесных массивов, характерные для зоны лесостепи (табл. 1).

Кудрявцев Алексей Ювенальевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, E-mail: akydtaks@mail.ru

Таблица 1. Морфометрические показатели лесных массивов различных типов

Типы массивов		Колочные			Средние	Крупные		Общее
		до 10 га	10 - 100 га	Всего	100 - 1000 га	1000 - 10000 га	свыше 10000 га	
В	S*, га	222	3223	3445	14101	6662	-	24208
	кол-во	38	86	124	51	4	-	179
	Ср., га	5.8	37.5	27.8	276.5	1665.5	-	135.2
Н	S, га	-	558	558	9736	12001	-	22295
	кол-во	-	9	9	25	8	-	42
	Ср., га	-	62.0	62.0	389.4	1500.1	-	530.8
Б	S, га	23	2088	2111	1329	-	-	3440
	кол-во	4	48	52	9	-	-	61
	Ср., га	5.8	43.5	40.6	147.7	-	-	56.4
С	S, га	181	6509	6690	23625	4936	-	35251
	кол-во	34	148	182	93	4	-	279
	Ср., га	5.3	44.0	36.8	254.0	1234.0	-	126.3
П	S, га	51	662	713	3139	-	-	3852
	кол-во	13	19	32	12	-	-	44
	Ср., га	3.9	34.8	22.3	261.6	-	-	87.5
Т	S, га	19	425	444	1385	-	-	1829
	кол-во	5	11	16	5	-	-	21
	Ср., га	3.8	38.6	27.8	277.0	-	-	87.1
К	S, га	-	-	-	1761	98613	40699	141073
	кол-во	-	-	-	2	29	2	33
	Ср., га	-	-	-	880.5	3400.4	20349.5	4274.9
Все типы	S, га	496	13465	13961	55076	122212	40699	231948
	кол-во	94	321	415	197	45	2	659
	Ср., га	5.3	41.9	33.6	279.6	2715.8	20349.5	352.0

Примечание: * S – площадь. **В** – водораздельные, **Н** – нагорные, **Б** – байрачные, **С** – склоновые, **П** – поменные, **Т**– террасные, **К** – комплексные

Водораздельные леса. Участки, расположенные на ровных водораздельных плато. Размеры этих массивов варьируют в очень широком диапазоне. Мелкие участки представляют собой лесные колки. Их доля от общей площади водораздельных лесов невелика. Наиболее распространены в пределах водораздела участки площадью от 100 до 1000 га. Количество крупных массивов незначительно. Это наиболее сложные системы водоразделов, поскольку они состоят из экосистем различных типов (преимущественно овражно-балочных). Массивы средней величины представляют собой остатки крупных массивов раздробленных в результате деятельности человека. Набор местообитаний в них обычно невелик, нередко эти участки представлены одним экотопом. Колочные участки могут быть еще более мелкими фрагментами водораздельных массивов, или формироваться в результате восстановления леса на обезлесенных территориях.

Нагорные леса. Массивы приурочены к высоким правым берегам рек с прилегающими частями водоразделов, сильно дренированные пересекающими их балками. Таким образом, каждый участок нагорного леса представляет собой довольно сложный комплекс, в который входят лесные экосистемы склонов в сочетании с овражно-балочными (байрачными) лесами. Поэтому степень их фрагментированности значительно меньше, чем водораздельных. Гораздо более распространены участки размером от 100 до 1000 га. Преобладают крупные лесные массивы.

Байрачные леса. Распространены по оврагам и балкам. Обычно занимают склоны и тальвеги. Иногда лесная растительность выходит на водораздел. В пределах облесенной балки (байрака) расположены различные типы растительности: степной, лесной, луговой,

болотной, солончаковой. Лесная растительность приурочена к более выщелоченным позициям, связанным с верховьями балок и преимущественно со склонами северных экспозиций. (Бельгард, 1950). В настоящее время на исследуемой территории к байрачным лесам зачастую примыкают участки лесных культур, образуя с ними единое целое. Преобладают мелкие участки.

Массивы склонов. Расположены на склонах водораздельных плато, слабо дренированных сетью балок и оврагов. Мелкие участки занимают одно местообитание (экотоп). Крупные весь склон, иногда на довольно большом протяжении. В этом случае участок объединяет ряд экотопов, образуя своеобразную катену. Колочные леса на склонах распространены очень широко. Довольно много мелких участков, однако их общая площадь невелика. Количественно преобладают колки размером от 10 до 100 га. Наибольшую площадь занимают лесные массивы средней величины.

Пойменные массивы. Приурочены к поймам рек и ручьев. Иногда захватывают часть надпойменных террас. Рельеф и почвы довольно разнообразны. Лесные участки, как правило, сочетаются с лугами и в меньшей мере с болотами и водоемами. Довольно значительна в поймах площадь колочных лесов. Преобладают участки величиной от 100 до 1000 га.

Террасные (аренные) массивы. Расположены на надпойменных террасах (аренах), прилегающих к поймам рек. Иногда включают в себя участки поймы или склонов. Растительный покров арен отличается большим разнообразием. Здесь наряду с голыми или слабо заросшими песками встречаются участки так называемой песчаной степи. Песчаные степные участки чередуются с фрагментами лесов и торфяными болотами. Преобладают лесные массивы средней величины.

Комплексные массивы. Крупные участки лесов, представляющие собой комплексы со значительным количеством местообитаний. Их можно рассматривать как сочетание массивов более простой структуры: нагорных с пойменными и водораздельными. Комплексные лесные массивы преобладают в структуре лесного покрова.

Лесные массивы различного типа имеют четкие отличия по составу основных лесообразующих пород (табл. 2).

Таблица 2. Видовой состав древостоев в различных типах лесных массивов

Типы массивов	Доля лесных культур*	Основные лесообразующие породы (% от общего запаса)											
		Сосна	Дуб	Ясень	Клен остролистный	Вяз	Береза	Осина	Ольха черная	Липа	Тополь черный	Ива ломкая	Тальник
байрачные	23.9	21.1	45.0	1.9	1.9	0.2	7.0	17.1	0.9	2.1	0.1	2.3	0.4
водораздельные	24.7	22.4	19.6	0.4	0.8	0.1	20.1	28.7	0.1	7.4	0.4	0.1	0.1
нагорные	14.5	14.2	32.0	2.9	2.8	0.3	5.2	23.0	2.3	15.8	0.3	0.9	0.1
пойменные	15.6	21.6	29.4	2.4	1.9	3.2	0.8	22.8	7.2	3.9	0.3	5.6	1.1
склоновые	25.3	27.7	29.3	1.4	1.9	0.1	11.4	19.8	0.2	7.4	0.2	0.2	0.1
террасные	27.1	25.9	16.1	0.1	1.2	0.5	9.8	29.3	0.1	14.8	2.2	0.1	0.1
комплексные	27.1	22.2	16.8	1.4	1.5	0.8	15.6	25.7	1.6	12.9	0.2	1.0	0.1

Примечание: * Доля лесных культур % от покрытой лесом площади

Байрачные лесные массивы характеризуются доминированием дуба, степень участия других широколиственных пород невелика. Значительную роль в составе играет осина. Высокая степень участия сосны обусловлена значительными площадями лесных культур, созданных в верхних частях склонов. Заметна роль ивы ломкой, образующей насаждения по тальвегам оврагов. На водоразделах преобладают мелколиственные породы (береза и осина).

Практически все сосняки представлены лесными культурами. Доля дуба относительно невелика. Из других широколиственных видов заметна роль липы. Остальные породы представлены в составе лишь долями процента. Присутствие пойменных видов практически не заметно. Для нагорных лесных массивов характерно преобладание дуба, хотя и не столь заметное как в байрачных. Второе место по значимости занимает осина. Из широколиственных видов существенна роль липы, присутствие ясеня и клена остролистного также заметно. Из пойменных видов необходимо отметить довольно значительную долю ольхи черной, древостои которой приурочены к подошвам склонов. Доля сосновых культур для нагорных лесов минимальна, поэтому и участие сосны в составе древостое для этого типа незначительно. В составе пойменных лесов необходимо отметить высокий процент сосновых древостоев, связанных с песчаными почвами гривистой поймы. Преобладающими породами являются дуб и осина. Из широколиственных спутников дуба необходимо отметить вяз, доля которого в этом типе массивов максимальна. Довольно велик процент ясеня, гораздо меньше роль клена остролистного. Роль пойменных видов относительно невелика, хотя степень их присутствия здесь максимальна. Преобладает ольха черная, несколько меньше доля участия ивы ломкой. Массивы, расположенные на склонах, характеризуются преобладанием дуба, совсем немного ему уступает сосна. Широко представлены мелколиственные породы, преимущественно осина. Из широколиственных спутников дуба заметна только роль липы. Пойменные виды представлены крайне незначительно. В лесах надпойменных террас преобладает осина. Значительно меньше доля березы. В целом мелколиственные породы составляют около 40 %. Из числа широколиственных видов заметна роль дуба и немного уступающей ему липы. Крайне редко встречаются ясень и вяз. Более велика доля клена остролистного. Минимально значение всех пойменных видов. Массивы комплексов характеризуются довольно выровненным составом, поскольку они включают в себя все выше описанные типы массивов. Характерной для них является максимальная (наряду с террасными) доля лесных культур. Поэтому доля сосны довольно высока. Преобладает осина. Значительно уступают ей дуб и береза, степень участия, в составе которых почти одинакова. Несколько меньше роль липы. Остальные спутники дуба имеют небольшое значение. Процент участия в составе пойменных видов также невелик.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Степень нарушенности лесного покрова на изученной территории чрезвычайно высока. В настоящее время лесистость региона составляет 13.4 %, что значительно меньше необходимого минимума («оптимальной лесистости»), который по А.А. Молчанову (1973) должен быть не ниже 26%. Велико количество мелких участков колочных лесов, хотя основную площадь занимают крупные массивы. Фрагментация лесов в результате деятельности человека изменила природный характер не только состава и строения лесных фитоценозов, но и морфологические характеристики лесных массивов, многие из которых распались на отдельные части. В зависимости от площади массив может представлять собой фрагмент лесной экосистемы, отдельную экосистему или их комплекс различной сложности.

Различные категории лесных массивов достаточно четко различаются по видовому составу основных лесообразователей. Эта разница прослеживается как при сравнении участков разной площади, так и типов массивов. С одной стороны это характеризует разницу условий произрастания (экотопов), а с другой степень антропогенной трансформации. Мелкие колочные леса характеризуются упрощенной видовой структурой, в тоже время в составе древостоев здесь меньше доля производных мелколиственных лесов. Типы массивов со сложным рельефом (байрачные, нагорные, пойменные) наименее затронуты хозяйственной деятельностью. Наибольшие изменения характерны для водораздельных участков, что выражается в максимальной степени участия в составе мелколиственных видов и наибольшей доле земель занятых лесными культурами. Леса склонов и надпойменных

террас занимают промежуточное положение. Древостои крупных комплексных массивов также в значительной степени преобразованы. Это свидетельствует об их интенсивном лесохозяйственном использовании. В тоже время вследствие разнообразия экотопов они характеризуются довольно богатым видовым составом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бельгард А.Л.* Лесная растительность юго-востока УССР. Киев: КГУ, 1950. 264 с.

2. *Бельгард А.Л.* Степное лесоведение. М.: Лесн. пром-ть, 1971. 336 с.

3. *Виноградов Б.В.* Основы ландшафтной экологии. М.: Геос, 1998. 418 с.

5. *Кузьменко Е.И., Михеев В.С.* Эколого-географические и картографические основы комплексного изучения лесов Сибири. Новосибирск: «Гео», 2008. 207 с.

6. *Мелехов И.С*. Лесоведение. М: Лесная промышленность. 1980. 408 с.

7.*Молчанов А.А.* 1973. Влияние леса на окружающую среду. М. Наука. 359 с.

8. *Морозов Г.Ф.* Избранные труды. Т. 1. М.: Наука, 1970. 455 с.

9. *Морозов Г.Ф.* Избранные труды. Т. 2. М.: Наука, 1971. 531 с.

10. *Смолоногов Е.П.* Лесообразовательный процесс и его особенности // Экология. 1994. № 1. С. 3-9.

11. *Смолоногов Е.П.* Основные положения генетического подхода при построении лесотипологических классификаций // Экология. 1998. № 4. С. 256- 261.

12. *Смолоногов Е.П.* // Лесоведение. 2004. № 5. С. 76- 80.

13. *Сочава В.Б.* Введение в учение о геосистемах. Новосибирск. Наука. 1978. 319 с.

14. *Сукачев В.Н.* Динамика лесных биогеоценозов // Основы лесной биогеоценологии. М.: Изд-во АН СССР, 1964. С. 458- 486.

15. *Танфильев Г.И.* Географические работы. М.: Географгиз, 1953. 675 с.

16. *Mueller-Dombois D., Ellenberg H.* Aims and methods of vegetation ecology. N.Y. etc.: Willev-Inter-sci. Publ., 1974. 547 p.

17. *Sugart H. J., Grow T.R., Helt J.M.* Forest succession models. A rational and methodology for modeling forest succession over large region // Forest sci. 1973. V. 19. № 3. P. 203-212.

18. *Walter H., Box E.* Global classification of terrestrial ecosystems // Vegetatio. 1976. V. 32. № 2. P. 75-81.

STRUCTURE OF THE WOODS COVER OF THE MIDDLE VOLGA FOREST –STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

© 2012 A.Yu. Koudriavtsev

Described different types forest massifs in the forest-steppe zone
State Natural Reserve «Privolzskaya lesosteppe»

A forest massifs was considered like complex different-ranked ecosystems. The data on the composition of the forest-forming trees species in the different types forest massifs are given. The current mosaic pattern of the forest ecosystems reflect realistic vegetation, the degree of it transformation and possible ways of regenerating the forest under certain landscape conditions.

Key words: *forest-steppe zone, forest cover, forest ecosystems, types of the forest massifs, species composition, degree of the transformation.*

A.Yu. Koudriavtsev, E-mail: akydtaks@mail.ru

УДК 574.474, 574.472, 502.75

РЕКРЕАЦИОННАЯ ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЛЕСНЫХ ЦЕНОЗОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НИЖНЯЯ КАМА» В УСЛОВИЯХ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО РЕЖИМА ОХРАНЫ ТЕРРИТОРИИ

© 2012 Ю.А. Лукьянова

ФГБУ «Национальный парк “Нижняя Кама”

Рекреация как экологический фактор, представляет научный интерес при управлении природными ресурсами особо охраняемых природных территорий. В этой статье рассматривается аспект динамики растительного покрова лесных экосистем под влиянием рекреации в условиях функционального зонирования национального парка «Нижняя Кама». Результаты этого исследования показали, что с увеличением рекреационного воздействия происходит замещение типично лесных видов растений бореальной, боровой, неморальной эколого-ценотических группировок луговыми и рудеральными видами. В результате, наблюдается ковергенция видового состава различных типов сообществ, что снижает типологическую, эстетическую и природоохранную ценность территории. Разделение территории ООПТ на функциональные зоны и соблюдение природоохранного режима способствует сохранению видового и типологического разнообразия.

Ключевые слова: *рекреация, вытаптывание, растительность, национальный парк, классификация и ординация лесных сообществ*.

Национальный парк “Нижняя Кама” (далее - НП), общей площадью 26601 га, создан в 1991 году. Территория НП расположена в пределах Вятско-Камского равнинного региона темнохвойно-широколиственных лесов, долинных гигрофитных неморальных лесов и болот, а также – Восточно-Закамского региона широколиственных лесов Высокого Заволжья [1]. Типологически природнообусловленными лесами в пределах НП являются хвойно-широколиственные (сосново-широколиственные, елово-широколиственные), хвойные (сосновые, сосново-еловые с пихтой), и в меньшей степени широколиственные леса.

Территория НП представлена четырьмя кластерными участками, в том числе в правобережье реки Кама лесными массивами Большой Бор (6745 га), Малый Бор(1284 га), Танаевская лес (956 га) и Боровецкий лес (9539 га) в левобережье.

Изначально, при создании НП, исходя из научной и просветительской значимости отдельных участков, с учетом различий в степени влияния антропогенных факторов и доступности для посетителей, вся территория была разделена на пять функциональных зон: заповедная зона (1836 га), особо охраняемая зона (12995 га), зона регулируемого туризма (5061 га), зона обслуживания посетителей (3978 га), зона хозяйственного назначения (2731 га). Контроль состояния фитоценозов в каждой функциональной зоне является объективным показателем соблюдения природоохранного режима и важным этапом оперативного управления природными ресурсами НП.

В основе исследований более 400 геоботанических описаний, выполненных автором в полевые сезоны 1999-2009 г.г. в пределах лесных экосистем НП по стандартной методике [3]. Все описания были внесены в базу данных информационной системы “FloraBase”, разработанной и поддерживаемой на кафедре общей экологии Казанского (Приволжского) Федерального университета [5]. С использованием этой информационной системы в группах типов лесов был выполнен анализ систематической структуры по семействам и родам сосудистых растений, анализ по эколого-ценотическим группам, анализ по типам жизненных форм, ареалогический анализ. Также с использованием ”FloraBase” был выполнен анализ в каждой формации применительно для каждой функциональной зоны. Спектры эколого-ценотических групп в составе всех изученных сообществ отразили различия по функциональным зонам, что связано с различным режимом охраны и функциональным назначением.

Лукьянова Юлия Александровна, заместитель директора по науке, экопросвещению, рекреации и туризму, E-mail: julia-luk@inbox.ru

Для анализа закономерностей видовой структуры изучаемых сообществ относительно дифференцированного режима охраны и степени деградации была проведена их непрямая ординация. В качестве метода ординации использован метод главных координат [6], реализованный в пакете stats среды статистического программирования R [7]. В качестве информации о сообществе использованы балльные оценки обилия видов, отмеченных в сообществе. В данной работе использован метод непрямой ординации (упорядочение объектов происходит вдоль направления изменения сходства между описаниями или связи между видами), который использует только данные об обилии видов в сообществах. Метод ординации также позволил визуализировать результаты анализа дополнительной информации о сообществах, выполненный в системе “FloraBase”. Таким образом, мы получили диаграммы распределения в ординационном пространстве площадок из различных функциональных зон, различного качественного состава (доминирующие и субдоминирующие группы видов) и типов лесных формаций обследованных участков.

На данном этапе говорить о полной сохранности природнообусловленных (коренных) типов леса в НП не приходится. Современные леса, которые до создания ООПТ находились в ведении Елабужского мехлесхоза, отличаются пестротой состава древостоя**,** обусловленной хозяйственной деятельностью человека в прошлом. Так, в Большом Бору большая роль принадлежит березнякам, возникшим на местах лесосек; многие участки сосновых лесов представлены молодыми лесонасаждениями; в лесном массиве Челнинского лесничества места былых лесосек заняты осинниками. В начале 60-х годов на территории современного НП началась эксплуатация месторождений нефти, в связи с чем, лесные массивы были изрежены продолжительными рубками, также были обнажены большие пространства песков, где была снята дернина природных травостоев. Результатом явилось разрастание популяций степной и сорно-рудеральных флор. Таким образом, на современном этапе мы имеем ряд производных типов леса с различными вариациями в напочвенном травяно-кустарничковом ярусе, обусловленных как прошлым, так и современным вмешательством человека [2]. Обозначенные лесные массивы различаются площадными характеристиками, удаленностью от населенных пунктов, доступностью для посещаемости, а также различиями в функциональном предназначении. В связи с чем, они различаются по степени оказываемого на них антропогенного воздействия.

Одним из постоянных факторов, имеющим масштабное воздействие и отрицательно влияющим на экосистемы НП, является рекреация. Этот момент обусловлен тем, что НП расположен в регионе Нижнего Прикамья с более чем миллионным населением, которое в большинстве случаев выбирает для отдыха леса и прибрежные зоны Нижнекамского водохранилища и реки Кама в пределах НП. Организованный отдых в НП сопряжен с более интенсивным рекреационным воздействием в пределах ограниченной территории (экотропы, экомаршруты, базы отдыха, санатории и детские оздоровительные лагеря и т.п.) с регламентированным видом пользования. Это связано с круглогодичным функционированием данных объектов. Нерегулируемая рекреация (однодневный отдых, туристические походы, сбор ягод, грибов и т.п.) оказывает меньшее отрицательное воздействие, поскольку носит сезонный характер, но охватывает гораздо большие по площади территории; довольно часто рекреационное использование НП сопряжено с нарушением природоохранного режима НП, что проявляется в виде многочисленных заездов автотранспорта в лес, в замусоривании территории, организации «диких» стоянок, в нарушении режима заповедной и особо охраняемой функциональных зон.

В обоих случаях рекреация обуславливает высокую степень деградации нижних ярусов сообществ, сильнейшее уплотнение верхних горизонтов почвы, и в итоге - смену условно коренных типов леса на производные с доминированием растений лесолуговой, луговой и рудеральной эколого-ценотических групп в травянистом ярусе. Таким образом, травяной покров выступает своеобразным индикатором лесорастительных условий: по его состоянию и структуре можно судить о силе воздействия рекреации на экосистему и о направленности динамики растительного покрова. Наиболее достоверные результаты динамики

растительного покрова в условиях рекреационного воздействия выявляются при анализе соотношения эколого-ценотических групп растений, что показательно для разных стадий рекреационной дигрессии (табл.1).

Таблица 1. Средние оценочные показатели сообществ в разрезе формаций

	Лесные формации						
Показатели	Сосняки	Ельники	Пихтарники	Липняки	Дубняки	Березняки	Осинники
1	297	20	6	21	11	44	13
2	411	113	44	136	181	218	126
3	73	52	32	50	50	57	48
4	64,5 %	1,1 %	0,1 %	5,0 %	1,6 %	19,2 %	6,2 %
5	49,2 %	22,0 %	62,0 %	47,4 %	84,0 %	58,7 %	55,8 %
6	17,9 %	7,8 %	9,1 %	12,6 %	28,0 %	19,0 %	9,6 %
7	21	13	7	15	16	18	16
Pn**	3,7	6,2	6,8	2,9	2,3	5,5	-
Nm	8,5	22,1	50,0	22,8	9,4	12,8	23,0
BrNm	6,3	14,2	20,5	11,8	4,4	7,8	13,5
Br	5,6	13,3	4,6	6,6	-	6,4	6,4
BrMd	8,5	13,3	11,4	12,5	11,0	11,5	11,1
Md	16,6	15,9	-	13,9	21,0	17,9	15,1
MdWt	6,8	6,8	-	2,2	8,3	6,9	2,4
Rd	21,4	7,1	4,6	16,9	24,3	15,6	8,7
Wt	2,4	1,8	2,3	2,2	2,2	-	2,4

Примечание: * - 1- количество геоботанических пробных площадок, заложенных в данной формации, 2- количество видов выделенных в формации, 3 - количество семейств, выделенных в формации, 4 – доля лесов данной формации в лесном фонде национального парка, % , 5 - среднее значение проективного покрытия травостоя в пределах пробных площадок, %; 6 - среднее значение вытоптанности, %; 7 - количество выделенных эколого-ценотических групп(далее - ЭЦГ); ** - доля видов (%) соответствующей эколого-ценотической группы (Pn - боровая, Nm - неморальная, BrNm .- бореально-неморальная, Br - бореальная, BrMd - бореально-луговая, Md - луговая, MdWt - влажно-луговая, Rd - рудеральная, Wt - влажно-болотная).

С использованием ”FloraBase” был выполнен анализ в каждой группе типов леса в соответствии с функциональным зонированием. Для анализа структуры флоры были отобраны 11 ЭЦГ (выборка), которые являются показательными по ситуации в каждой функциональной зоне НП. Для примера представим сравнительную таблицу по соснякам (табл.2)

Таблица 2. Структуры флоры по эколого-ценотическим группам (выборка) в сосновых лесах

Функциональная зона	**Степень “сбоя”**	**боровая**	**бореальная**	**Бореально-неморальная**	**неморальная**	**луговая**	**Лесо-луговая**	**Влажно-луговая**	**Лугово-степная**	**Суходольно-луговая**	**Остепненно-луговая**	**Рудеральная**
Заповедная	0-10	5.9	10.1	8.9	15.4	21.3	12.4	1.2	3.0	0.6	0.6	13.6
	10-20	6.1	9.2	11.5	16.0	19.0	13.7	1.5	2.3	0.8	1.5	13.0
	20-40	4.4	-	6.6	-	25.3	13.2	6.6	2.2	-	3.3	34.1
	40-60	3.5	-	5.2	-	26.1	12.2	7.8	1.7	0.8	2.6	34.8
Особо охраняемая	0-10	4.8	8.2	10.8	14.3	21.1	12.9	3.4	1.4	0.7	0.7	16.3
	10-20	6.4	10.3	9. 6	15.4	21.1	11.5	4.5	2.6	0.6	1.3	12.2
	20-40	4.3	7.2	7.7	10.6	19.6	8.9	7.2	2.1	0.4	3.0	22.5
	40-60	4.1	7.0	7..9	10.3	19.0	8.7	7.4	2.1	0.4	2.9	23.1
	60-80	4.1	7.0	7. 9	10.3	19.0	8.6	7.4	2.0	0.4	2.8	23.1
Регулируемого	0-10	6.4	11.2	12.8	22.4	16.0	11.2	4.8	3.2	-	-	8.8
	10-20	6.4	9.0	9.6	14.1	17.9	14.1	3.9	1.9	0.6	-	16.0

туризма	20-40	4.5	6.0	7.5	15.0	21.1	12.0	1.5	3.0	0.8	1.5	18.8
	40-60	4.6	7.0	6.7	9.2	17.6	9.5	8.1	2.5	0.4	2.8	21.5
	80-100	4.5	6.9	6.9	9.0	17.3	9.3	8.0	2.4	0.3	3.2	21.8
Обслуживания посетителей	0-10	5.2	8.0	7.0	10.8	19.3	10.8	5.2	1.4	0.9	4.7	17.8
	10-20	4.5	7.7	6.5	8.1	19.1	11.0	3.3	2.4	0.4	4.9	21.9
	20-40	4.4	7.3	4.8	7.7	20.3	9.7	6.3	1.9	0.5	2.4	22.7
	40-60	3.3	3.3	5.0	4.1	14.9	8.3	5.8	3.3	0.8	3.3	37.2
	60-80	1.9	0.9	8.3	5.6	22.2	6.5	7.4	1.9	-	2.8	29.6
	80-100	4.2	2.5	4.4	3.4	18.5	8.4	2.5	2.5	1.7	6.7	35.3
Хозназначения	0-10	7.0	16.5	12.2	15.7	13.9	11.3	5.2	1.7	0.9	0	7.0
	10-20	6.3	12.7	15.2	26.6	10.1	17.7	2.5	1.3	-	1.3	3.8

Сосняки являются наиболее распространенными в НП и уязвимыми в плане рекреационного воздействия, так как признано, что при прочих равных условиях наибольшей популярностью у населения пользуются сосновые и березовые леса, особенно мшисто-ягодниковой (бруснично-мшистые, чернично-мшистые) и разнотравной групп типов, значительно меньше – пихтовые и осиновые насаждения. Сосняки НП представлены следующими типами – сосняк зеленомошный, сосняк зеленомошно-черничный, сосняк зеленомошно-брусничный, сосняк сложный, реже встречаются сосняк лишайниковый (остепненный) и сосняк кисличный. В зависимости от стадии рекреационной дигрессии нами были выделены сосняки вейниковой, чернично-вейниковой, вейниково-орляковой, брусничной ассоциаций. Реже отмечены сосняки хвощево-снытевой, коротконожковой и ясменниковой ассоциаций. В результате воздействия рекреации естественно-сложившиеся растительные ассоциации претерпевают изменения. Так, на площадках испытывающих высокие рекреационные нагрузки отмечены вейниково-крапивно-кипрейная, вейниково-разнотравная, вейниково-фиалково-вероникова, ежово-разнотравная, землянично-злаково-разнотравная, землянично-мятликово-рудеральнотравная, землянично - черноголовковая, злаково-рудеральная, клеверо-разнотравная, подорожниково-разнотравная ассоциации.

Липняки в НП представлены осоково-снытевыми с пихтой и елью, липняками снытевыми с елью, а также сосново-липовыми неморальнотравными лесонасаждениями. В напочвенном покрове выделяются сныте-осоково-неморальнотравная, сныте-ясменниковая, осоково-копытеневая, осоково-сныте-копытеневая, чернично-неморальнотравная ассоциации; в местах рекреационного вмешательства выделены орляково-вейниково-перловниковая и рудерально-неморальная ассоциации. Согласно нашим данным липняки являются одними из наименее посещаемыми участками НП (присутствуют в пределах заповедной, особо охраняемой зонах, в зоне регулируемого туризма и хозназначения). В связи с этим, в большинстве случаев прослеживается минимальная нарушенность живого напочвенного покрова в результате воздействия рекреации. Тем не менее, существует тенденция увеличения доли боровых, бореально-неморальных и рудеральных видов при увеличении рекреационных нагрузок.

Березняки являются производными типами леса и образовались на местах рубок и лесных пожаров в сосновых ценозах. В пределах НП выделены березняки землянично-костяничной, землянично-злаковой, чернично-снытевой на месте елово-сосновых и сосновых лесов; а также березняки орляково-сныте-хвощовой, орляковой, сныте-звездчатко-ясменниковой, копытене-осоковой ассоциаций на месте сосново-широколиственных и широколиственных лесов. Березняки, расположенные в пределах заповедной и особо охраняемой зон, в зоне регулируемого туризма и хозназначения подвержены минимальному рекреационному влиянию. В тоже время, березняки, входящие в зону обслуживания посетителей, где расположено большинство рекреационных объектов (базы отдыха, детские оздоровительные лагеря), подвергаются максимальным рекреационным нагрузкам, степень вытоптанности достигает 100 %. В связи с чем, на данных площадках наблюдается «выпадение» бореальных видов (с 16.0 % до 4.9 %), бореально-неморальных (с 26.0 % до

11.5 %), увеличение доли видов рудеральной группы (с 6 % до 15.4 %) и луговых видов (с 10.0 % до 22.0 %).

Осинники НП также являются производными лесами, в нашем случае на месте елово-пихтовых, елово-пихтовых-широколиственных лесов. Выделены осинники хвощово-снытевой и орляково-сныте-копытеневой ассоциаций. Осинники наименее привлекательны в плане их использования для отдыха, и функционально они отнесены к заповедной, особо охраняемой зонам, где степень посещаемость людьми минимальна. Превалирующими являются неморальные, бореально-неморальные и луговые виды растений. Максимальная степень вытоптанности наблюдается на территориях, прилегающих к садоводческим обществам. С увеличением нагрузок резко снижается доля неморальных видов (с 57.6 % до 16.7 %), бореально-неморальных (с 24.2 % до 13.9 %), увеличивается доля лесо-луговых видов (с 6.1 % до 19.4 %) и рудеральных (с 2.6 % до 11.1 %).

Еловые формации представлены ельниками кисличниками, ельниками черничниками, в редких случаях – ельниками долгомошниками, а также ельниками с липой и ельниками с сосной. Отмечены ельники сныте-копытене-кисличной, чернично-снытевой, чернично-костянично-майниковой, осоково-хвощево-черничной, орляково-чернично-вейниковой и неморально-разнотравной ассоциаций. Функционально ельники расположены в заповедной зоне, в связи с чем, рекреационные нагрузки минимизированы. Преобладающими являются виды неморальной, луговой, бореальной и бореально-неморальной ЭЦГ.

Пихтарники в НП достаточно редки (0.1%) и типологически отнесены к пихтарникам липовым неморальнотравным и к сосново-пихтовым кустарниково-кислично-зеленомошным лесам [4]**.** В большинстве своем они функционально отнесены в заповедную и особо охраняемую зону**.** Отчетливо выделяются в напочвенном покрове сныте-ясменниковая, сныте-неморальнотравная, неморально-осококововолосистая ассоциации. В растительном покрове преобладают виды неморальной (50 %) и бореально-неморальной (20.5%) ЭЦГ.

Чистые дубняки в пределах НП представлены незначительно. Типологически в основе своей это дубняки неморальнотравные, местами с элементами остепнения (в ходе наших исследований не были изучены пойменные дубравы). Это разрозненные участки, испытывающие достаточно высокие рекреационные и пастбищные нагрузки. В обоих случаях выделены участки как с минимальным рекреационным воздействием (вытоптанность менее 5-10 %), так и участки с максимальной степенью вытоптанности (до 80% и более). Нами выделены сныте-орляковая, злаково-осоково-разнотравная, полынно-разнотравная, лугово-рудеральная и рудеральная ассоциации в напочвенном растительном покрове. Преобладающими являются виды растений рудеральной и луговой ЭЦГ. С увеличением степени рекреационных и пастбищных нагрузок снижается доля лесных видов, в тоже время, увеличивается доля видов рудеральной ЭЦГ (32 %-47 %).

Для иллюстрации корреляции видового состава растительного сообщества с уровнем рекреационного воздействия используем рис.1.

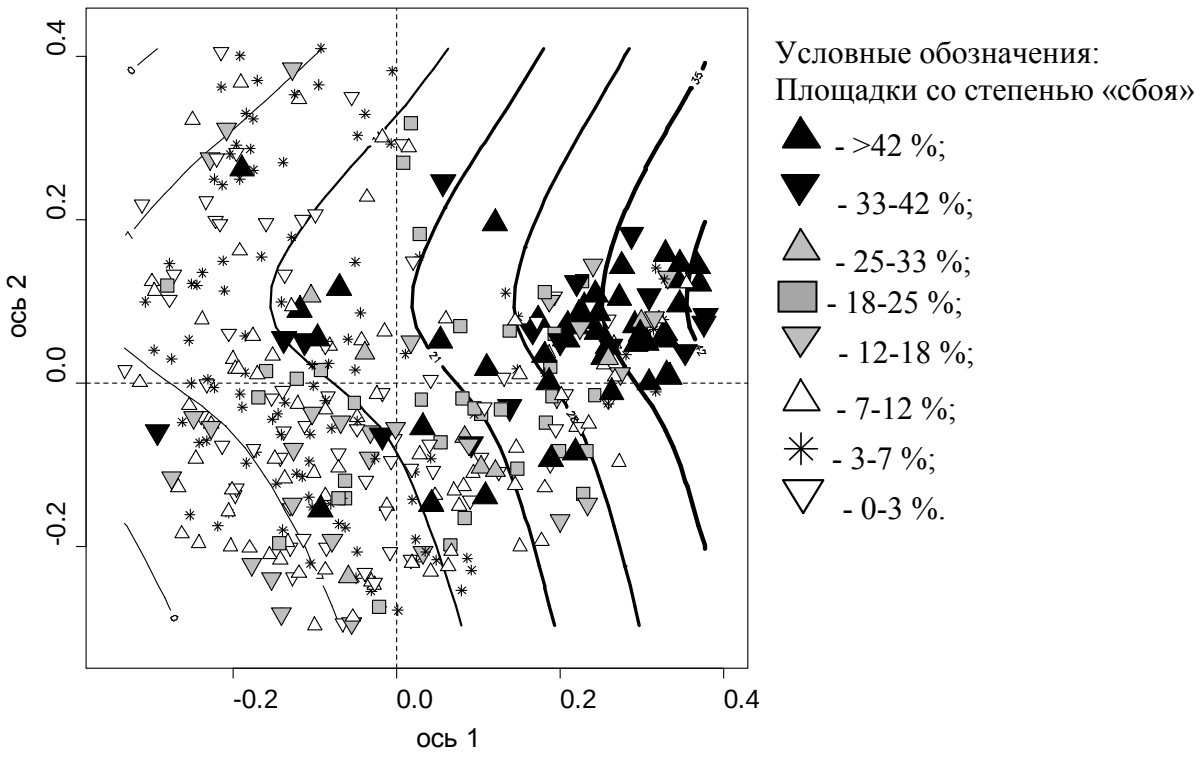


Рис. 1. График ординации геоботанических описаний в зависимости от степени вытоптанности пробной площади.

Корреляция вытоптанности с ординационными осями значимая (наблюдаемый уровень значимости <0.001) – следовательно, видовой состав пробных площадок непосредственно зависит от степени вытоптанности.

На рис.2 площадки обозначены в соответствии с функциональной зоной, в которой они были заложены. Их положение в ординационной плоскости демонстрирует, что наиболее нарушенные площадки, характеризующиеся примерно одинаковым видовым составом соответствует участкам, заложенным в пределах зоны обслуживания посетителей. В то же время – наименее нарушенные участки приурочены к заповедной зоне и зоне познавательного туризма.

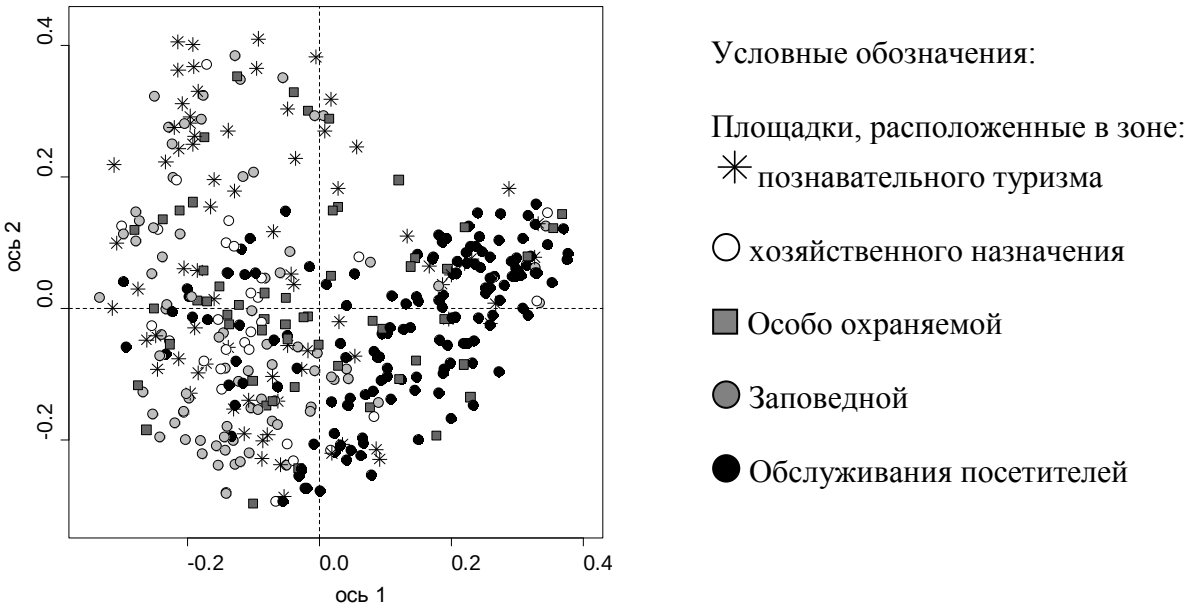


Рис. 2. График ординации геоботанических описаний, обозначенных в соответствии с функциональной зоной, в которой площадки были заложены.

Рис. 3. Диаграмма доминирующей (внешний круг) и субдоминирующей (внутренний круг) эколого-ценотических групп применительно к ординированным геоботаническим площадкам.

Качественное состояние растительного сообщества, характеризуемое доминирующей и субдоминирующей эколого-ценотической группой, представлено на рис.3. Отчётливо прослеживается доминирование видов рудеральной, луговой и влажно-луговой эколого-ценотических групп в направлении усиления рекреационных нагрузок. В ненарушенных и менее нарушенных участках доминируют бореальные лесные, боровые лесные, бореально-неморальные, неморальные лесные виды.

На рис. 4 отчетливо прослеживается ковергенция видового состава разных типов сообществ с увеличением интенсивности рекреации. Таким образом, в области с максимальными рекреационными нагрузками (правая область графика) сконцентрированы участки, заложенные в сосняках, липняках, березняках и дубняках. Таким образом, становится очевиден тот факт, что рекреация стала мощным негативным фактором, влияющим на видовое и типологическое разнообразием природных сообществ НП.

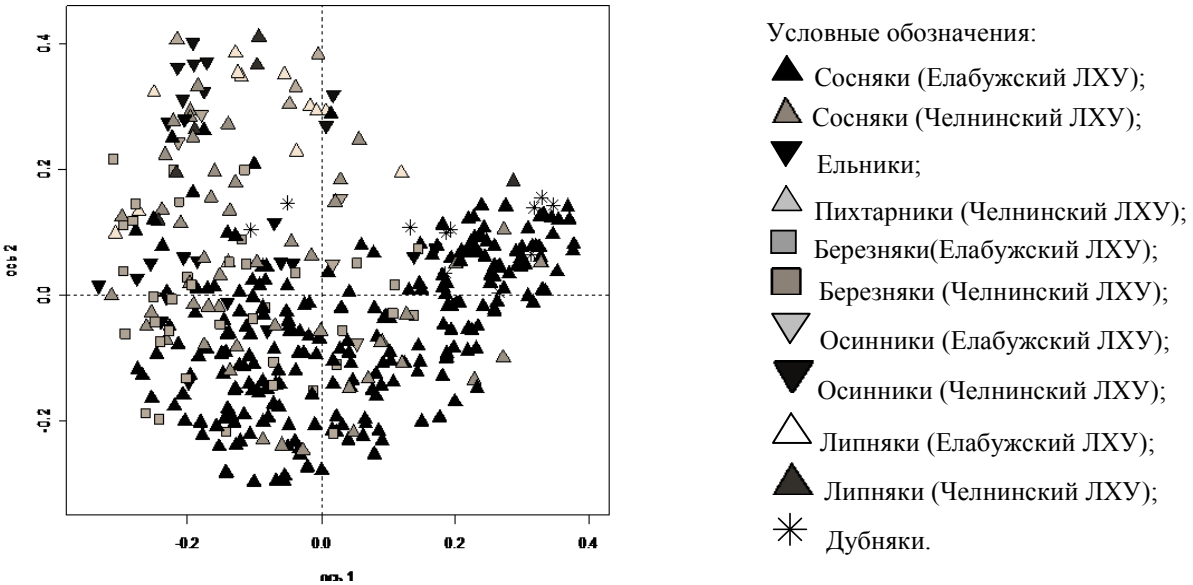


Рис. 4. График ординации пробных площадок с обозначением лесной формации.

Полученные результаты нашли практическое применение в планировании туристско-экскурсионной деятельности НП «Нижняя Кама», поскольку позволили провести вторичное зонирование территории по степени рекреационной дигрессии. Это, в свою очередь, позволило скорректировать поток организованных экскурсантов по территории НП; также эти данные используются при проектировании и благоустройстве новых экологических маршрутов и экотроп по территории национального парка. Также эти данные были приведены в обосновании необходимости разработки нового функционального зонирования территории НП. В частности, по территории НП «Нижняя Кама» была выделена зона спецназначения, которая включает в себя линейные объекты (газотрассы, нефтетрассы, линии электропередачи, дороги и т.п.). На данных участках нет возможности соблюдать тот или иной ранее указанный природоохранный режим (особо охраняемая зона, зона экологического туризма), поскольку экосистемы были нарушены еще до создания ООПТ. Хозяйственное воздействие в пределах данных участков привело к ярко выраженному доминированию сорно-рудеральной и адвентивной флор. С целью рекультивации и дальнейшего рационального ипсользования лесных участков в пределах рекреационных участков (базы отдыха, лагеря) необходимо разработать рекомендации, в обоснование необходимости которых будут положены результаты наших исследований. Рекомендации будут включены для обязательного исполнения в проекты освоения лесов для каждого объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бакин О.В., Рогова Т.В., Ситников А.П.* Сосудистые растения Татарстана. – Казань; изд-во Казанского ун-та, 2000. 496 с.

2. Памятники природы Татарии / под ред. В.А. Попова. – Казань: Изд-во Казаснкого ун-та, 1977. 144 с.

3. Полевая геоботаника: Методика полевых исследований. Москва, 1972. Том 4.

4. *Порфирьев В.С.* Темнохвойно-широколиственные леса северо-востока Татарии // Учен. зап. Казан. пед. ин-та. 1950. Вып. 9. С. 47-120.

5. *Прохоров В.Е.* Редкие виды сосудистых растений флоры Республики Татарстан: эколого-ландшафтные особенности хорологии и динамики. Автореферат дисс… канд. биол. наук. – Казань: Казанский ун-т, 2006. 30 с.

6. *Gower J.C.* Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. Biometrika. 1966, №53, pp. 325-328.

7. R Development Core Team R, A language and environment for statistical computing [Электронный ресурс] / Vienna: R foundation for Statistical Computing, 2006. Режим доступа: URL http://www.R-project.org

RECREATIONAL DYNAMICS OF THE VEGETATIVE COVER WOOD ECOSYSTEMS OF NATIONAL PARK « NIZHNYAYA KAMA » IN CONDITIONS OF THE DIFFERENTIATED MODE OF TERRITORY'S PROTECTION.

© 2012 Y.A. Lukyanova

FPBI «National park "Nizhnyaya Kama"

As a r esult, recreational influence leads to convergence structure of plant's species of various wood communities. Therefore typological, esthetic and nature protection value of national park's territory decreases. Functional zoning and a nature protection routine are basic conditions of specific and typological variety preservation.

Key Words: *Recreation impact, trampling, vegetation, National Park, classification and ordination of forests, the community types cover.*

Lukyanova Yuliya Alexandrovna, deputy of leader on science, ecological formation, of recreation and tourism, E-mail: Julia-luk@inbox.ru

УДК 634.0

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИТОЦЕНОЛОГИЯ В КАЗАНСКОЙ ГЕОБОТАНИЧЕСКОЙ ШКОЛЕ

© 2012 Е.Л. Любарский

Казанский (Приволжский) Федеральный университет, г. Казань

В данной статье рассмотрено развитие экспериментальной фитоценологии в Казанской геоботанической школе.

Ключевые слова: *экспериментальная фитоценология, казанская геоботаническая школа.*

В современной фитоценологии наряду с маршрутными и стационарными исследованиями растительного покрова все более важное значение приобретает экспериментальное изучение закономерностей существования и развития растительных сообществ и ценотических популяций.

Роль пионера в становлении и развитии экспериментальной фитоценологии в России сыграл в конце XIX века профессор Казанского университета Н. Ф. Леваковский [20,28]. Используя возможности ботанического кабинета и ботанического сада Казанского университета, он проводит экспериментальные эколого-физиологические и эколого-фитоценологические исследования. Н. Ф. Леваковский выявил значение скорости поглощения семенами влаги из почвы для успешности их в конкурентной борьбе в растительном сообществе [6,7]. Им исследовалось влияние условий внешней среды на форму растительного организма, он положил начало экспериментальному изучению изменчивости растений. Н. Ф. Леваковский проводил опыты с целью выяснения взаимоотношений между растениями при их совместном произрастании. В частности он выяснил экологически обусловленные отношения между сосной и березой в процессе зарастания вырубок и пожарищ. Таким образом Н. Ф. Леваковский своими исследованиями заложил основы экологической физиологии растений и экспериментальной экологии и фитоценологии.

Опираясь в значительной мере на работы Н. Ф. Леваковского, П. Н. Крылова и ряда других казанских ботаников, в конце XIX века С. И. Коржинский и А. Я. Гордягин основали в Казанском университете широко известную Казанскую геоботаническую школу, последователи которой в середине XX века развернули под руководством М. В. Маркова новый цикл экспериментально-фитоценологических исследований. Эти исследования охватывают большой круг объектов (агрофитоценозы, лесные и луговые сообщества, слагающие их особи и популяции различных видов и жизненных форм) и достаточно разнообразны как по постановке исследовательских задач, так и по методам постановки экспериментов (в чашках Петри, в сосудах, в ящиках, в кирпичных цементированных резервуарах, на мелких и крупных делянках, в фитоценозах) и способам снятия информации и анализа материалов. При этом главная цель экспериментальных исследований в большинстве случаев - изучение взаимоотношений между растениями в растительных сообществах.

В области луговой фитоценологии. Под руководством М. В. Маркова проводился большой цикл экспериментальных исследований с целью изучения средообразующей роли ряда луговых растений (злаки, бобовые, конский щавель) и характера взаимоотношений между ними [5,18,22,25,26]. Были выявлены различия разных видов луговых растений по их средообразующей роли, построен ряд конкурентоспособности (от полевицы белой до люцерны посевной), объяснены причины более высокой урожайности растений одних видов в чистом посеве, других – в травосмесях. Экспериментально установлено [22] положительное взаимовли-

Любарский Евгений Леонидович, доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники; E-mail: evgeny.lyubarsky@ksu.ru

яние щавеля конского *Rumex confertus* Willd. и костреца безостого *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, что подтвердило и наши наблюдения [10] в естественных фитоценозах. В многолетней экспериментальной популяции щавеля конского на делянках С. А. Марковой [23,24] детально изучены внутрипопуляционное разнообразие и процесс дифференциации особей, выделены популяционные группы (женские, обоеполые, вегетирующие), изучены их биологические особенности, жизненность и конкурентоспособность, определены морфофизиологические предпосылки к гибели отдельных особей популяции.

Е. Л. Любарским [10] в природном пойменном луговом фитоценозе на площадках по 100 кв. м проведен опыт по изучению влияния минеральных удобрений на продуктивность, состав и структуру травостоя, на биомассу, количество и средний вес побегов длиннокорневищных злаков. Установлено существенное влияние различных удобрений на систему взаимоотношений и количественные отношения популяций различных длиннокорневищных луговых злаков между собой и с растениями других луговых видов. В производственном варианте опыта [8,9] подтверждена высокая экономическая эффективность удобрения лугов с самолета.

В области лесной фитоценологии. Ю. З. Кулагин [3,4] экспериментально исследовал влияние подтопления на древесные породы на разных этапах их развития и выяснил, что подтопление, как и затопление, наиболее опасно для суходольных видов древесных растений, что адаптивная перестройка при подтоплении захватывает у древесных растений не только морфологические и физиологические аспекты корневых систем, но и анатомо-физиологические особенности ствола и листьев. В результате им были разработаны принципы и методы прогнозирования устойчивости древесных растений к подтоплению.

М. И. Фирсова [32] изучала в эксперименте взаимоотношения между различными видами древесных растений на ранних этапах их развития в чистых и двучленных их посадках. Не ограничившись изучением взаимодействий (в том числе и через листовой опад) ряда видов (ель, дуб, лиственница, береза, липа) на делянках и в кирпичных резервуарах, автор с помощью меченых атомов исследовала процессы взаимообмена между растениями в специальных сосудах с раствором Кнопа, нанося на листья саженца древесного растения меченый фосфор, изучала его последующее выделение в раствор через корни, поглощение другим саженцем и участие в последующем его метаболизме. В результате выявлены и сопоставлены специфические особенности роста, развития, характера и эффективности взаимных влияний исследованных древесных пород в первые годы их жизни.

В области агрофитоценологии. А. Л. Паршакова [27] экспериментально исследовала разнокачественность семян яровой пшеницы как исходную причину дифференциации растений в чистосортных посевах и влияние на этот процесс различных эколого-фитоценотических условий. Установлено, что выживаемость растений в посевах зависит как от веса зерна и места его в колосе, так и от степени благоприятности условий их жизни. В условиях повышенной конкуренции дифференциация растений из семян, разных по происхождению, усиливается.

Серия экспериментов, проведенная под руководством М. В. Маркова, посвящена изучению влияния густоты посева или посадки культивируемых растений (кукуруза, бобы, подсолнечник, картофель) а также площади питания растений (и ее конфигурации) на состав, структуру, дифференциацию особей их популяции и в связи с этим на общую урожайность [2,19,21,29,30]. Выявлено существенное влияние площади питания культурного растения на размеры и характер его разрастания, характер плотности корневой системы, расположения листьев, развития и (для картофеля) клубнеобразования. Все это существенно отражается на особенностях конструкции всего агрофитоценоза и его урожайности.

Группой сотрудников под руководством М. В. Маркова было предпринято комплексное экспериментальное исследлвание паров как предшественников озимой ржи [1].. Сравнивая чистые и занятые пары, удобренные и не удобренные, в сухом и влажном годах, выявили фитоценотически значимые различия в формировании условий существования фитоценоза озимой ржи по разным парам и соответствующие агрофитоценологические различия в посевах озимой ржи: особенности засорения почвы семенами сорняков и поведения популяций различных видов сорняков, влияние пожнивных остатков различных парозанимающих культур на всхожесть

семян сорняков и целый комплекс других специфических особенностей существования агрофитоценозов ржи.

А. Г. Смирнов [30] исследовал перемещение меченого фосфора в двустебельных и одностебельных растениях подсолнечника в разных условиях загущения подсолнухового фитоценоза.

В области изучения вегетативно-подвижных растений как компонентов растительных сообществ. В этих исследованиях помимо других способов (делянки, сосуды и т.п.) особенно часто и разнообразно использовались кирпичные цементированные резервуары площадью 1 кв. м (1м х 1м) различной глубины (чаще 35 см) врытые в землю (с выступающей закраиной 3-5 см) с дном или без дна с различным заполнением (от имитации почв различных естественных типов до заполнения песком и т.п.), которые подтвердили свою экономичность и эффективность в быстрой отдаче надежных экспериментальных материалов.

В многочисленных экспериментах с кострецом безостым *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub нами [13,15] исследовались процесс освоения окружающей свободной территории особью костреца, оптимизация (при различной исходной густоте посадки) и пульсации плотности популяции костреца и влияние на этот процесс различных экологических факторов, а также влияние увлажнения, богатства почвы, удобрений, плотности почвы, густоты стояния растений и т.п. на соотношение различных морфоструктурных параметров особей костреца, особенно связанных с его вегетативной подвижностью. Установлена периодика в темпах нарастания корневищ и кущения, выявлены соотношения влияния различных экологических факторов на вегетативный прирост, генеративное размножение и вегетативную подвижность растений в условиях их совместного произрастания.

В серии оригинальных экспериментов нами [12,13] выявлено наличие экологических тропизмов и “фитотропизмов” органов вегетативной подвижности и установлен их вероятностный характер на уровне “золотого сечения”. Объяснена биологическая целесообразность подобной реакции.

В опытах с кострецом безостым *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, пыреем ползучим *Elytrigia repens* (L.) Nevski, и двукисточником тростниковидным *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch. [16] изучены возможности и особенности взаимопроникновения с помощью корневищ особей одних видов длиннокорневищных злаков на территорию, занятую другими видами длиннокорневищных злаков.

В разнообразных экспериментах с лютиком ползучим *Ranunculus repens* L. [17] в чистых его посадках в резервуарах и на делянках выявлен характер сезонной динамики дифференциации особей в популяции вегетативно-подвижных растений, изучены и объяснены механизмы приведения популяции к оптимальной плотности при различной исходной плотности посадки особей, поддержания оптимальной плотности, ежегодной подстраховочной пульсации плотности популяции.

Экспериментально исследовано и влияние различных видов сельскохозяйственных культур на на кущение и клрневищеобразование пырея ползучего [14,16]. Выявлено достоверное различие в возможностях вегетативного размножения длиннокорневищного растения в посевах разных сельскохозяйственных культур.

На особях ландыша майского *Convallaria majalis* (L.) мы исследовали с помощью меченого углерода и меченого фосфора [12] особенности физиологической связи между отдельными частями длиннокорневищного растения, предшествующие его физиологическому и механическому расчленению в условиях фитоценоза.

Экспериментально-фитоценологические исследования Казанских ботаников отражены в большом количестве опубликованных статей и тематических сборников.

В феврале 1962 года в Казанском университете по инициативе М.В.Маркова проведена первая Всесоюзная научная конференция по вопросам экспериментальной геоботаники, подытожившая основные успехи Казанских ботаников в области развития экспериментально-фитоценологических исследований и наметившая дальнейшие перспективы исследований в этом направлении. Конференция имела большой успех и дала значительный

импульс для развития экспериментально-фитоценологических исследований в СССР. В.Н.Сукачев в связи с этим писал [31, с. 7]: “Надо горячо приветствовать, что в последние десятилетия проблемы экспериментальной геоботаники начали успешно разрабатываться в Казанском университете”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрофитоценологическое исследование паров как предшественников озимой ржи (под ред. М. В. Маркова). Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1975. 128 с.

2. *Добрецова Т.Н.* О взаимоотношениях растений в чистых посевах кукурузы различной густоты стояния // Экспериментальная геоботаника. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1965. С. 190-205.

3. *Кулагин Ю.З.* Влияние подтопления на некоторые виды деревьев и кустарников // Уч. записки Казан. ун-та. Т. 118, кн. 5. С. 119-183.

4. *Кулагин Ю.З.* Лесообразующие виды, техногенез и прогнозирование. М: Наука. 1980. 116 с.

5. *Куликова Н.М.* О взаимоотношениях между компонентами в двучленных травосмесях // Взаимоотношения растений в растительном сообществе. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1964. С. 131-198.

6. *Леваковский Н.Ф.* К вопросу о вытеснении одних растений другими. I. Отношение семян растений к влажности // Тр. Об-ва естествоиспытателей при Имп. Казанском ун-те. 1. 1871. С. 35-52.

7. *Леваковский Н.Ф.* К вопросу о вытеснении одних растений другими. II. Значение семян и подземных частей растений, находящихся в почве // Тр. Общ. естествоиспытателей при Имп. Казанском ун-те. 2. 1872. С. 17-31.

8. *Любарский Е.Л.* Удобрение лугов с самолета // Сельское хозяйство Татарии. 1956. № 12. С. 29-30.

9. *Любарский Е.Л.* Удобрение пойменных лугов Татарии // Удобрение и урожай. 1957. № 9. С. 46-49.

10. *Любарский Е.Л.* Луга в пойме р. Меши // Уч. записки Казан. ун-та. 1958. Т. 118, кн. 1. С. 182-230.

11. *Любарский Е.Л.* К методике изучения тропизмов подземных плагиотропных побегов // Ботан. журн. 1964. Т. 49, 3 2. С. 240-242.

12. *Любарский Е.Л.* К изучению экологии и взаимоотношений некоторых длиннокорневищных растений сосняков // Взаимоотношения растений в растительном сообществе. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1964. С. 290-312.

13. *Любарский Е.Л.* Экология вегетативного размножения высших растений. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1967. 182 с.

14. *Любарский Е.Л.* К изучению влияния культурных растений на кущение и корневищеобразование пырея ползучего // Тезисы докладов 1 межвузовского совещания по вопросам агрофитоценологии. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1967. С. 48-49.

15. *Любарский Е.Л.* Об освоении костром безостым окружающей свободной территории // Вопросы биологии и экологии доминантов и эдификаторов растительных сообществ // Уч. Зап. Пермск. Ун-та. 1969. Т. 64. С. 46-49.

16. *Любарский Е.Л.* К изучению взаимоотношений пырея ползучего с другими растениями // Материалы первого межвузовского научного совещания по вопросам агрофитоценологии. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1969. С 110-115.

17. *Любарский Е.Л., Полуянова В.И., Маркова Л.Ю.* О динамике плотности в экспериментальных популяциях лютика ползучего и ее регуляции // Динамика ценопопуляций травянистых растений. Киев. 1987. С. 52-58.

18. *Марков М.В.* Экспериментальное изучение взаимоотношений между растениями в растительном сообществе // Экспериментальная геоботаника. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1965. С. 9-89.

19. *Марков М.В.* Экспериментальное изучение путей управления взаимоотношениями между растениями в посевах культурных растений // Экспериментальная геоботаника. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1965. С. 136-189.

20. *Марков М.В.* Ботаника в Казанском университете за 175 лет. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1980. 104 с.

21. *Марков М.В., Казанцева А.С., Иванова Р.Г.* Опыт изкучения взаимоотношений между растениями в чистых посевах культурных растений // Взаимоотношения растений в растительном сообществе. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1864. С. 69-130.

22. *Маркова С.А.* О средообразующей роли луговых злаков // Уч. записки Казан. ун-та. 1955. Т. 115, кн. 8. С. 115-141.

23. *Маркова С.А.* К вопросу о причинах самоизреживания многолетних травянистых растений в одновидовых сообществах (зарослях) // Экспериментальная геоботаника. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1965. С. 253-263.

24. *Маркова С.А.* Некоторые результаты изучения внутривидового разнообразия конского щавеля (*Rumex confertus* Willd.) в чистых его насаждениях // Тезисы докладов 1 межвузовского совещания по вопросам агрофитоценологии. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1967. С. 80-83.

25. *Маркова С.А., Марков М.В.* Опыт изучения взаимоотношения некоторых луговых злаков со щавелем конским // Ботан. журн. 1961. Т. 46, № 1. С. 82-90.

26. *Маркова С.А., Марков М.В.* О путях взаимного влияния конского щавеля (*Rumex confertus* Willd.) и некоторых луговых злаков в искусственно созданных смешанных посевах // Взаимоотношения растений в растительном сообществе. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1964. С. 199-244.

27. *Паршакова А.Л.* К вопросу о разнокачественности семян в пределах одного соцветия чистосортного растения в связи с проблемой взаимоотношений между растениями в чистых посевах // Взаимоотношения растений в растительном сообществе. Казань: Изд-во казан. ун-та. 1964. С. 30-68.

28. *Работнов Т.А.* Экспериментальная фитоценология. Учебно-методическое пособие. М: Изд-во МГУ. 1987. 160 с.

29. *Саяпова Р.Ш.* Влияние размещения растений на структуру посева // Тезисы докладов 1 межвузовского совещания по вопросам агрофитоценологии. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1967. С. 19-21.

30. *Смирнов А.Г.* Некоторые результаты изучения сообществ из одно- и двустебельных растений в связи с вопросом о взаимоотношениях между организмами // Взаимоотношения растений в растительном сообществе. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1964. С. 324-336.

31. *Сукачев В.Н.* Предисловие // Экспериментальная геоботаника. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1965. С. 3-7.

32. *Фирсова М.И.* К вопросу о взаимоотношениях древесных пород в двучленных насаждениях на начальном этапе их формирования // Взаимоотношения растений в растительном сообществе. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1964. С. 245-289.

THE EXPERIMENTAL PHYTOCENOLOGY AT KAZAN GEOBOTANIC SCHOOL

© 2012 E.L. Lyubarsky

Kazan (Volga region) Federal university

In this article we described development of the experimental phytocenology at Kazan geobotanic school.
Key words: *the experimental phytocenology, Kazan geobotanic school.*

УДК 581.5(470.57)

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СТРУКТУРЫ ЭПИЛИТНЫХ И ЭПИГЕЙНЫХ ЛИХЕНОСИНУЗИЙ ЮЖНОГО УРАЛА И ПРЕДУРАЛЬЯ

© 2012. С.Н. Плюснин

Сыктывкарский государственный университет, г. Сыктывкар

В статье приводится сравнительный анализ парциальных лихенофлор эпигейных и эпилитных лихеносинузий шиханов и горно-тундровых местообитаний Предуралья и Южного Урала.

Ключевые слова: *лишайники, биологическое разнообразие, Южный Урал*

Лишайники относятся к числу индикаторных групп, которые демонстрируют выраженную зависимость уровня биологического разнообразия от качества природной среды. Факторы естсевенного и антропогенного происхождения накладываются друг на друга. Среди естественных факторов важную роль в сложении структуры лихеносинузий играет набор доступных для заселения субстратов. Большое значение имеет также уровень влажности и количество осадков. При прочих равных условиях во влажном климате разнообразие лишайников выше. Для разнообразия лишайников важно и количество солнечной энергии и уровень освещенности. В лесных экосистемах максим биологического разнообразия приходится на хорошо освещенные краевые участки. Антропогенное вмешательство, как правило, губительно для лихенобиоты. Атмосферное загрязнение относится к числу наиболее распространенных причин, приводящих к обеднению лихеносинузий. Целью данной работы было выявление роли эколого-географических факторов в сложении лихенофлор на примере предгорных и горных ландшафтов Южного Урала на территории Республики Башкортостан. Исследования проводились в 2008-2010 годах в четырех географических точках: гора Юрактау (Стерлитамакский район), гора Тратау (Ишимбайский район), горы Малый Иремель и Медвежья (Белорецкий район).

В ходе обследования лихенобиоты двух шиханов выявлено 111 видов лишайников, причем на шихане Тратау отмечено большее видовое разнообразие (104 вида), чем на Юрактау (85). Общий список лишайников горно-тундрового пояса двух вершин Южного Урала насчитывает 112 видов. На горе Малый Иремель отмечено 107 видов, тогда как на горе Медвежьей – 96. Уровень разнообразия лишайников степных фитоценозов шиханов и горно-тундровых экосистем верхних поясов Южного Урала примерно одинаков, однако структура каждой из лихенобиот имеет существенные особенности, обусловленные климатическими и экотопическими различиями.

В лихенофлоре шиханов десятку ведущих родов составляют *Lecanora, Caloplaca, Cladonia, Collema, Aspicilia, Physconia, Acarospora, Peltigera, Physcia, Verrucaria.* В число ведущих семейств входят *Lecanoraceae, Physciaceae, Teloschistaceae, Parmeliaceae, Cladoniaceae, Collemataceae, Acarosporaceae, Peltigeraceae, Verrucariaceae*. Такая таксономическая структура лихенофлоры типична для лесостепных регионов. Обращает на себя внимание высокая доля участия степного элемента, представленного значительным числом видов из родов *Caloplaca, Aspicilia, Verrucaria.* На вершинах гор Южного Урала десятку крупнейших родов составляют *Cladonia, Lecanora, Umbilicaria, Cetraria, Melanelia, Stereocaulon, Baeomyces, Parmelia, Peltigera, Rhizocarpon.* Ведущую роль в сложении лихенофлор играют семейства *Cladoniaceae, Parmeliaceae, Lecanoraceae, Umbilicariaceae, Stereocaulaceae, Physciaceae, Baeomycetaceae, Rhizocarpaceae, Peltigeraceae, Pertusariaceae.* Такую таксономическую структуру можно охарактеризовать как бореально-монтанную – типичную для горно-лесных ландшафтов. Обращает на себя внимание наличие в лихенофлоре видов аркто- и гипоаркто-монтанного происхождения – из родов *Rhizocarpon,*

Плюснин Сергей Николаевич, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет», E-mail: sergius-plusnin@yandex.ru

Lecidea, Porpidia.

Среди жизненных форм в лихенофлоре шиханов ведущая роль принадлежит листоватым и накипным лишайникам. На Тратау накипных лишайников отмечено больше, чем листоватых, тогда как на Юрактау наблюдается ситуация преобладания листоватых лишайников над накипными. Для южно-уральских лихенофлор характерен баланс в участии представителей различных жизненных форм: доли кустистых, диморфных, листоватых и накипных лишайников примерно равны. Процент кустистых форм существенно выше, чем в лихенфлоре шиханов. По преобладающему способу размножения доминируют лишайники, размножающиеся половым путем – с помощью аскоспор. В горных тундрах Южного Урала значительный процент разнообразия приходится на лишайники, размножающиеся фрагментами таллома, хотя репродуцирующихся аскоспорами видов, все же больше.

На шиханах среди субстратных групп доминируют эпилиты; эпифитных и эпигейных лишайников существенно меньше. В отличие от лесостепных лихенофлор Предуралья, лихенобиота горно-тундровых ландшафтов Южного Урала отличается преобладающей ролью эпигейных форм и незначительным участием эпифитов (в ниже лежащем, горно-лесном, поясе, однако, процент эпифитов высок – здесь они преобладают).

По отношению к обилию питательных веществ в субстрате на шиханах преобладают мезотрофы. Эутрофы на Юрактау составляют несколько большую долю, чем на Тратау. В южно-уральских лихенофлорах мезотрофы также преобладают, однако, на второе место выходят олиготрофы. Эта особенность связана с меньшей скоростью протекания процессов разложения мертвого растительного материала в горно-тундровых фитоценозах по сравнению с лесостепными. По отношению к содержанию азотистых соединений большая часть видов лишайников на шиханах – умеренно нитрофильные. Лишайники этой экологической группы преобладают и в горных тундрах Южного Урала, однако, здесь существенно выше, по сравнению с шиханами, процент анитрофильных видов, а доля выражено нитрофильных видов, напротив, невелика. По отношению к кислотности субстрата на шиханах примерно равные доли приходятся на базифильные/субнейтрофильные и нейтрофильные/умеренно ацидофильные лишайники. На горе Воскресенской за счет эпифитов преобладает группа нейтрофильных/умеренно ацидофильных видов. В южно-уральских лихенофлорах подавляющее большинство видов – выраженные ацидофилы. Перечисленные особенности лихенофлор связаны с различиями в свойствах субстратов, являющихся компонентами мозаики экопотов.

По отношению к условиям увлажнения группы лишайников на шиханах расположились по числу видов в порядке уменьшения участия следующим образом: мезофильные – ксеро-мезофильные – гигро-мезофильные – ксерофильные – гигрофильные. На Южном Урале лишайники-мезофилы также преобладают, а на второе место выходят гигро-мезофилы. По отношению к количеству осадков в лихенобиоте шиханов большинство составляют лишайники, распространенные в умеренно-гумидных регионах, горных тундрах – виды, характерные для выраженно-гумидных регионов. Указанные особенности соответствуют более выраженной влажности субстратов и большему количеству осадков на Урале, по сравнению с Предуральем. В той или иной мере фотофильные виды составляют подавляющее большинство лихенобиоты как на шиханах, так и на горных вершинах Южного Урала. Тем не менее, участие крайне фотофильных видов более выражено на шиханах, чем в горных тундрах.

По отношению к атмосферному загрязнению на шиханах большинство составляют виды, умеренно чувствительные к воздействию поллютантов. Виды, толерантные и очень чувствительные к загрязнению, также присутствуют в составе лихенофлор Тратау и Юрактау. Видовой состав эпифитных лихеносинузий соответствует слабому уровню загрязнения. В южно-уральских лехенофлорах большинство видов относится к высоко чувствительным к атмосферному загрязнению лишайникам.

По своей ландшафтной приуроченности по числу видов лидирует группа видов, присутствующих, как на равнинах, так и в горах. За ней следует группа преимущественно горных лишайников. Аналогичная структура лихенофлоры характерна и для Южного Урала.

Лихенофлоры шиханов Тратау и Юрактау показывают между собой высокую степень сходства по соотношению экологических групп и видовому составу лишайников. Им свойственен типичный лесостепной характер. Высокую степень общности друг с другом демонстрируют и южно-уральские лихенофлоры хребта Иремель и горы Медвежьей. Их структура резко контрастирует с лесостепными лихенобиотами. Горные лихенофлоры отличаются бореально-монтанной таксономической структурой, высоким процентом размножающихся путем фрагментации таллома видов, значительной долей эпигеидов. По отношению к субстратным условиям большинство видов являются умеренно влаголюбивыми и светолюбивыми, выраженно ацидофильными мезотрофами (реже олиготрофами).

Автор выражает благодарность д.б.н. В.Б. Мартыненко (Институт биологии Уфимского научного центра УрО РАН) за организацию экспедиций и помощь в сборе материала.

УДК 581.9, 581.55

МНОГОМЕРНЫЙ АНАЛИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ

© 2012 Ю.Г. Пузаченко

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

Рассмотрен метод многомерного анализа растительного покрова с использованием дистанционной информации. Показано, что взаиморазмещение видов древесного яруса в многомерном пространстве статистически независимо.

Ключевые слова: *растительность, многомерный анализ, дистанционная информация*.

Целью многомерного анализа является отображение взаиморазмещения видов в экологическом пространстве в соответствие с гипотезой непрерывности растительного покрова. Основой анализа являются описания растительности на трансектах с регулярным шагом опробования или в избранных точках территории с максимально полным охватом потенциальных местообитаний с применением непараметрического многомерного шкалирования. Физический смысл координат экологического пространства идентифицируют на основе сопряженного описания почвообразующих пород и рельефа. Статистические методы по условию могут отобразить только равновесные отношения. Свойства растительного покрова, отвечающие организменной концепции, как заведомо неравновесные вместе со случайными ошибками описаний остаются в остатках от равновесной модели.

Мультиспектральная дистанционная информация (МДИ) совместно с трехмерной моделью рельефа (3D) позволяет построить анализ взаморазмещения видов в целом для некоторой территории, описав экологические ниши в пространстве переменных мультиспектральных измерений и рельефа. МДИ можно рассматривать как прямое измерение структуры использования солнечной энергии в каждой точке пространства, которая определяется в основном конкретным состоянием растительности. Наиболее полно эти свойства отображаются измерениями в шести каналах спутника Landsat с разрешением около 30 м на местности. Как сами каналы , так и различные индексы и термодинамические переменные (поглощенная радиация, эксергия, энтропия, информация Кульбака, связанная и внутренняя энергии) рассчитываемые на их основе, несут содержательную информацию о состоянии растительности. Трехмерная модель рельефа позволяет выделить иерархические уровни его организации и для каждого уровня рассчитать высоты, уклоны, различные виды кривизн, освещенность с разных сторон света, в совокупности отражающие режим увлажнения и теплообеспеченность в каждой точки.

Гипотеза отображаемости реально измеренных в природе показателей обилия любого вида растений, фиксированного в описаниях, может быть проверена дискриминантным анализом. Если обилие вида статистически значимо описывается внешними переменными, то его показатели могут быть интерполированы на все точки территории. В результате получаем картографическое отображение размещения вида. Переменные, получаемые в ходе дискриминантного анализа, позволяют рассчитать не только обилие вида в каждой точке пространства, но и его среднеквадратическую ошибку и среднюю ошибку распознания класса обилия.

Получив отображения обилия видов в пространстве, можно применить к множеству отображений многомерный анализ, оценить взаиморазмещение видов, меру их взаимозависимости (информацию), рассчитать ортогональные координаты экологического пространства, выявить их физический смысл. Координаты экологического пространства можно рассматривать в терминах синергетики как параметры порядка, что позволяет сформу-

Пузаченко Юрий Георгиевич, доктор географических наук, профессор, jpuzak@mail.ru

лировать гипотезы об устойчивости сообщества в каждой точке пространства к флюктуации внешних переменных и сукцессионных преобразований.

В предлагаемом сообщении рассматривается решение задачи для видов древесного яруса с запасом каждого, измеренным с помощью релаксометра, высоты деревьев и коэффициента формы для территории Центрально-лесного биосферного заповедника и его охранной зоны. В качестве основы для интерполяции используются сцены спутника Landsat за февраль, март, май, июль и сентябрь и 3D рельеф, построенной по карте масштаба 1:10 000.

Для того чтобы использовать дискриминантный анализ, непрерывные значения запасов необходимо перевести в дискретные классы. Эту операцию естественно осуществлять с помощью логарифмирования, выбирая основание логарифма, обеспечивающее разбиение непрерывного множества в среднем на десять классов, с особым выделением «отсутствия вида». Такое число классов дает достаточно полное отображение обилия на основе первых сотен описаний.

В табл. 1 приведены статистические параметры дискриминантного анализа для всех видов, входящих в древесный ярус.

Таблица 1. Основные статистические параметры дискриминатного анализа (Общее число описаний - 1391. Пространство интерполяции – 809890 пикселей.)

№	Вид	Число точек с «наличием»	R^2	$\chi 2$	Число значимых осей
1	Сосна	90	0,617	1294,022	2
2	Ель	1053	0,876	2795,589	4
3	Береза	860	0,770	1959,970	5
4	Осина	511	0,675	1513,183	4
5	Серая ольха	216	0,741	1802,781	5
6	Черная ольха	42	0,403	698,390	3
7	Рябина	370	0,619	1296,111	3
8	Черемуха	20	0,318	517,818	3
9	Ива	144	0,366	596,347	4
10	Клен	320	0,573	1152,416	1
11	Липа	204	0,494	923,534	1
12	Вяз	193	0,675	1153,925	4
13	Ясень	21	0,487	902,563	3
14	Дуб	7	0,181	271,551	2

Очевидно, что качество воспроизведения размещения видов в пространстве через МДИ и 3D есть во многом функция встречаемости вида и однозначности связи его с условиями среды. Размерность пространства в дискриминантном анализе отражает сложность связи вида с условиями среды. Характерно, что все пионерные виды (серая ольха, береза, осина, ива, вяз) имеют размерность больше четырех. Высокая размерность пространства ели определяется тем, что в рассматриваемом районе она широко представлена и в молодых лесах. Виды более типичные для старых лесов имеют меньшую размерность. Для большинства видов коэффициент детерминации больше 0,5, что может быть принято вполне приемлемым для отображения изменения их запасов в пространстве.

В результате дискриминантного анализа получаем вероятность принадлежности конкретного пикселя к классу состояния запаса с p_k^{ij} - вероятность в пикселе с координатами i,j, k- номер состояния (1.2,3…m) и x_k - среднее значение запаса для состояния k

Тогда запас в куб. м на га для каждого вида в каждом пикселе может быть определен как $X_{sp} = \sum_{1}^{m} p_k^{ij} x_k$ со среднеквадратической ошибкой $errX_{sp} = \sqrt{\sum_{1}^{m} x_k^2 p_k^{ij}(1-p_k^{ij})/(m-1)}$.

Ошибка идентификации состояния запаса в дискретном выражении, соответственно,

$$err = \sqrt{\sum_{i}^{m} p_k^{ij}(1-p_k^{ij})/(m-1)}$$

В табл. 2 приведены средние запасы и ошибки для пикселей с запасом больше нуля и ошибка идентификации состояния, включая и отсутствие вида. Из этих оценок следует, что в среднем относительная ошибка оценки запаса близка к 30%, что позволяет надежно различать двух-трех кратные изменения запасов. При этом наибольшие ошибки связаны с средневозрастными лесами и средними запасами каждого вида. С другой стороны величина ошибки определяется характером распространения вида. Состояния наиболее широко распространенных видов, таких как ель, береза, осина, рябина оцениваются с наибольшей ошибкой. Напротив, состояния видов, занимающих относительно локальные местообитания, оценивается с существенно меньшими ошибками.

Таблица 2. Средние запасы и ошибки их определения

№	Вид	Средний запас куб. м на га для территории с наличием вида	Средне-квадрати-ческая ошибка	Ошибка идентификации состояния с учетом «отсутствия»
1	Сосна	12.57	1.98	0.059
2	Ель	107.91	30.3	0.199
3	Береза	55.89	13.8	0.219
4	Осина	27.99	12.8	0.193
5	Серая ольха	25.66	7.7	0.084
6	Черная ольха	38.27	5.5	0.051
7	Рябина	10.91	4.0	0.159
8	Черемуха	9.323	2.8	0.039
9	Ива	7.980	3.9	0.162
10	Клен	8.235	3.6	0.104
11	Липа	34.31	12.9	0.082
12	Вяз	17.37	5.72	0.107
13	Ясень	27.93	9.05	0.018
14	Дуб	12.76	1.59	0.009

Полученное пространственное варьирование обилия видов позволяет перейти к анализу организации древесного яруса в многомерном пространстве. Распределения запасов в логарифмической форме близко к нормальному, что позволяет использовать параметрические методы многомерного анализа. На основе метода главных компонент получаем определитель всей системы Δ= 0,154. Эта оценка определителя близка среднему абсолютному значению межвидовых коэффициентов корреляции при максимальном значении 0,39. Анализ главных компонент дает оценки среднеквадратического отклонения для каждой компоненты, что позволяет оценить энтропию многомерного пространства как сумму частных энтропий:

$$H = \sum_{1}^{n} \ln(\sigma_i \sqrt{2\pi e}),$$

где σ_I – среднеквадратическое отклонение i-компоненты. Эта энтропия по двоичному основанию составляет 18.96 бит.

Информация в многомерной нормальной совокупности есть

$$I = -0{,}5\left[\log_2(1-\rho^2_{1/2.3,...14}) + \log_2(1-\rho^2_{2/3,4,...14}) + ... + \log_2(1-\rho^2_{13/14})\right] = 1.344 \text{ бит},$$

где $\rho_{k/1,2..,n.(k-1)}$ - множественный коэффициент корреляции вида k ко всем остальным. Таким образом, многомерное пересечение ниш видов на одно состояние составляет $\bigcap_1^n \frac{2^{1.344}}{2^{18.96}} = 0.00000498$, то есть система образована практически взаимно независимыми видами. Аналогичные оценки можно получить, используя прямые непараметрические методы (кросс табуляция). Объем выборки в нашем случае позволяет осуществлять оценки для трех состояний каждого вида. Соответственно максимальная энтропия для 14 видов есть $H_{max}=14\log_2 3=14x1,58496=22,19$ бит, измеренная энтропия $H(X_1,X_2,....X_{14})$= 10,39 бит и суммарная энтропия $\sum_1^{14} H(X_i) = 11,167$ бит. Соответственно информация в системе равна

$$I(X_1, X_2,...X_{14}) = \sum_1^{14} H(X_i) - H(X_1, X_2,....X_{14}) = 11,167 - 10,039 = 1,128 \text{ бит.}$$

Оценка пересечения видов на одно состояние - соответственно 0,00095, что несколько больше, чем по параметрической оценке, однако все-таки очень мало. При существующем объеме выборки 809890 пикселей совместная информация в системе статистически не значима и размещение видов в многомерном пространстве практически независимо.

Анализ изменения нагрузок на факторы –главные компоненты, методом «падающей осыпи» показывает возможную иерархическою организацию системы с первым уровнем с размерностью четыре с описанием 44% варьирования и вторым с размерностью одиннадцать (90% варьирования). При размерности одиннадцать только пара ель и береза и три вида широколиственных пород (клен, липа, вяз) имеют общий ведущий фактор, в то время как у остальных видов эти факторы видоспецифичны. При размерности четыре ведущие факторы, выделяет вполне естественные группы видов (табл.3). Однако четырехмерное пространство недостаточно для отображения размещения сосны и дуба.

Таблица 3. Взаимоположение видов в четырехмерном факторном пространстве (жирный шрифт – ведущий фактор, курсив с подчеркиванием – второстепенный)

Вид	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
Сосна	-0.089	**-0.412**	-0.029	**-0.464**
Ель	-0.094	**0.646**	-0.099	*-0.410*
Береза	*-0.184*	**0.679**	-0.016	0.038
Осина	*0.321*	**0.629**	-0.104	-0.128
Ольха черная	-0.036	-0.020	**0.629**	0.039
Ольха серая	0.155	-0.218	*0.335*	**0.653**
Ива	0.035	-0.012	-0.050	**0.752**
Черемуха	0.012	0.064	**0.665**	0.125
Рябина	*0.274*	**0.500**	0.101	0.107
Клен	**0.766**	0.054	0.162	-0.110
Липа	**0.743**	0.154	-0.195	0.135
Вяз	**0.694**	0.011	0.192	*0.233*
Ясень	*0.240*	-0.071	**0.631**	-0.031
Дуб	0.183	-0.056	0.143	0.142
Нагрузка	1.966	1.780	1.504	1.528
Нагрузка в %%	14.0	12.7	10.7	10.9

На основе многомерной регрессии и коэффициента корреляции можно определить физический смысл каждого фактора (табл.4)

Таблица 4. Индикаторы физического смысла факторов

Фактор	Дистанционная информация		Рельеф	
	R^2	Положительная область	R^2	Положительная область
Первый	0.566	Максимум биологической продуктивности, минимум эксэргии и содержания влаги в июле	0.315	Выпуклые поверхности макро-мезорельефа с выраженными склонами
Второй	0.811	Максимум эксэргии в марте-сентябре, минимальный тепловой поток в июле	0.095	Слабо вогнутые поверхности макрорельефа
Третий	0.274	Высокая биологическая продукция в сентябре, максимальный тепловой поток в феврале	0.281	Уступы в макро-мезорельефе
Четвертый	0.591	Максимальная биологическая продуктивность в июле, максимальное поглощение радиации в феврале-марте, максимальное содержание влаги в мае	0.290	Склоны на всех уровнях организации рельефа

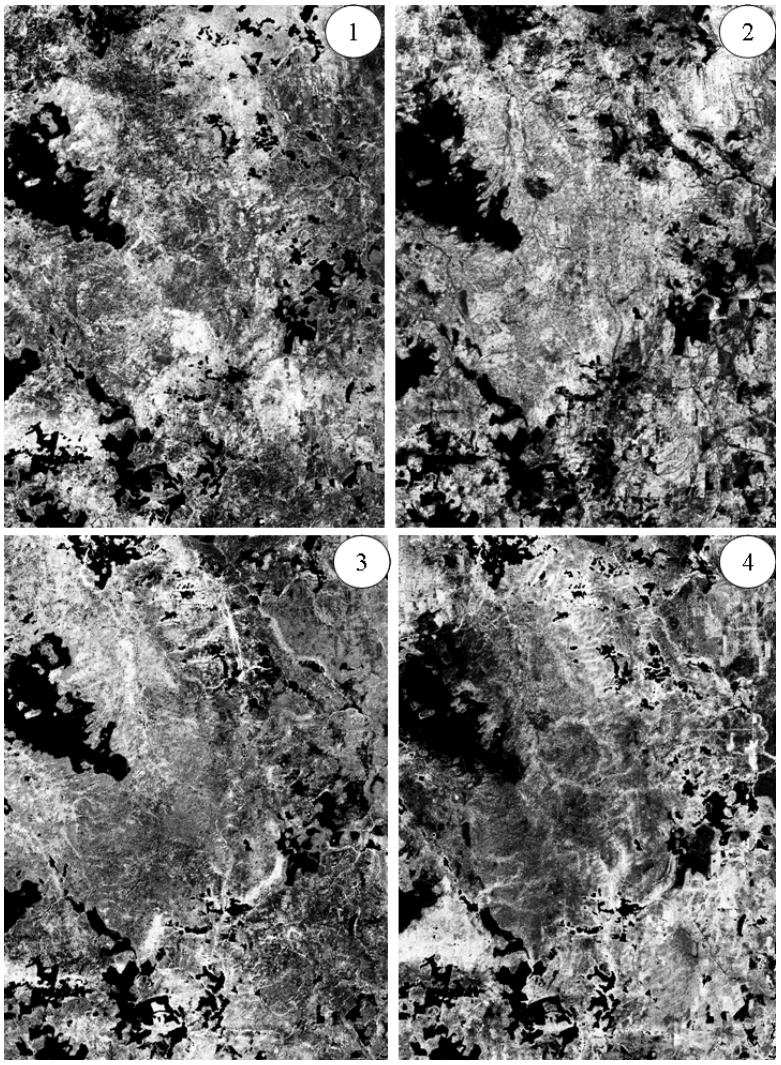


Рис.1 Значения факторов в четырехмерном пространстве (метод главных компонент с ротацией).

Примечание: Светлый тон – положительная область, темный отрицательная, черный – болота и с.х. земли не включенные в анализ).

Положительная область значений первого фактора, описывающего в первую очередь нишу широколиственных пород, связывается с наиболее дренируемыми частями мореных гряд с максимальной биологической продукцией и относительно небольшими затратами тепла на испарение. Второй фактор, определяющий бореальные виды, в наименьшей степени связан рельефом, так как климатические условия всей территории в целом оптимальны для этих видов, но вместе с тем все-таки выявляется его связь с перегляциальными озерными котловинами и вообще с слабонаклонными поверхностями. На основе дистанционной информации устанавливаем, что он выделяет сообщества с максимальными затратами тепла на испарение в течении всего вегетационного периода и наиболее низким тепловым потоком в июле. Третий фактор, определяющий размещение черной ольхи, черемухи и ясеня связан с уступами в рельефе с разгрузкой минерализованных грунтовых вод и определяет относительно высокую продуктивность в сентябре и относительно большой тепловой поток зимой. В некоторой степени этот фактор определяет и распространение серой ольхи, клена и вяза. Четвертый фактор определяет распространение серой ольхи и ивы и в определенной степени вяза, и его положительная область связывается со склонами всех иерархических уровней. С ним связывается максимальная биологическая продуктивность в июле, максимальное содержание влаги весной и максимальное поглощение солнечной радиации в феврале-марте.

Таким образом, можно полагать, что рельеф как индикатор физического содержания фактора прямо определяет режим увлажнения и минерализации грунтовых вод. Физический смысл факторов, индицируемый через дистанционную информацию, отражает как условия среды, так и функциональные свойства самих растительных сообществ. В целом же рассмотренный метод позволяет исследовать правила организации растительного покрова в пространстве. Применительно к исследуемому ландшафту южной тайги получаем, что древесный ярус организован практически полностью в соответствие с индивидуалистической гипотезой и каждый вид описывается своей комбинацией факторов и не зависит от других. Соответственно, система в целом равновесна и подчиняется принципу максимума энтропии. Если нарушение равновесия и существует, то оно, безусловно, незначительно, а на основе рассматриваемой выборки статистически недостоверно.

A METHOD OF MULTIDIMENSIONAL ANALYSIS OF VEGETATION COVER THROUGH REMOTE SENSING

© 2012 Y.G. Puzachenko

A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution

Annotation: A method of multidimensional analysis of vegetation cover through remote sensing is considered. It is approved that mutual distribution of tree storey species in multidimensional space is statistically irrespective.

Keywords: *vegetation, multidimensional analysis, remote sensing information*

Puzachenko Yrij, doctor of geographical since, professor, jpuzak@mail.ru

УДК: 581.5:581.4:633.2.03(282.247.32)(476.2)

СИНТАКСОНОМИЯ, ГЕОБОТАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ Р. ДНЕПР НА ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2012 Л.М. Сапегин, Н.М. Дайнеко, С.Ф. Тимофеев

УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», г. Гомель (Беларусь)

В данной статье приводится синтаксономическая и геоботаническая характеристика наиболее продуктивных ассоциаций луговых экосистем поймы р. Днепр. Их продуктивность варьирует от 29,7 ц/га сухой массы до 45,0 ц/га сухой массы, и внесение минеральных удобрений на эти ассоциации еще больше увеличит их продуктивность.

Ключевые слова: *синтаксономия, геоботаническая характеристика, продуктивность, пойма, р. Днепр*.

Введение. Луга в Республике Беларусь занимают 3286,1 тыс. га, в том числе пойменные 169,7 тыс. га, или 5,2 %. В Гомельской области всего 656,3 тыс. га лугов, из них пойменных – 92,1 тыс. га, или более половины (54,6 %) всех пойменных лугов Беларуси. Значительные площади пойменных лугов Гомельщины связаны с поймой р. Днепр. Однако в настоящее время в связи с недостаточным хозяйственным использованием пойменных лугов они зарастают ивняками. Поэтому важной задачей является выделение ассоциаций луговых экосистем с высокой естественной продуктивностью, и с целью предотвращения их дальнейшего зарастания необходимо проводить двукратное сенокошение и регулируемый выпас скота.

Методика и результаты исследований. При выполнении полевых исследований почвенно-грунтовые условия луговых экосистем, агрохимический анализ почвы, зоотехнический анализ кормов, продуктивность травостоев изучались общепринятыми в геоботанике методами [2 – 5]. Флористический состав изучали по методу А.А. Корчагина [6]. Классификация луговых экосистем выполнена на основе эколого-флористических методов Браун-Бланке [7].

В вегетационный период 2011 года были обследованы луговые экосистемы правобережья и левобережья поймы реки Днепр Речицкого и Брагинского районов Гомельской области (Республика Беларусь). Среди изученных 29 луговых экосистем наиболее урожайными оказались 5 ассоциаций Речицкого района и 4 ассоциации Брагинского района. Анализ продуктивности показал, что колебание естественной урожайности ассоциаций варьировало от 29,7 до 45,0 ц/га сухой массы.

Ниже приводится таксономическая характеристика, естественная урожайность и продрому этих ассоциаций.

Объект 1. Плоская широкая равнина центральной правобережной поймы р. Днепр, севернее деревни Заспа в 1,5 км. Координаты N 52°; 16′ 26″; E 30°; 31′; 29.0″. Высота 127 м над уровнем моря. Асс. *Poo – Festucetum pratensis* Sapegin 1986 союза *Festucion pratensis* Sipajlova Mirkin, Shelyag et V. Solomakha 1985, порядка *Arrhenatheretalia* Pawl. 1928, класса *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937 em. R. Tx. 1970, естественная урожайность составила 34,2 ц/га сух. массы.

Объект 2. Плоское понижение центральной правобережной поймы р. Днепр. Ширина 30 м. Координаты N 52°; 16′ 004″; E 30°; 31′; 28.5″. Высота 127 м над уровнем моря. Асс.: *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* Shelyag et al. 1985 союза *Alopecurion pratensis* Passarge

Сапегин Леонид Михайлович, доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники и физиологии растений; *Дайнеко Николай Михайлович*, кандидат биологических наук, доцент, заведующий

кафедрой ботаники и физиологии растений, E-mail: Dajneko@gsu.by; *Тимофеев Сергей Федорович*, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ботаники и физиологии растений.
1964, порядка *Molinietalia* W. Koch 1926, класса *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx., естественная урожайность – 37,5 ц/га сух. массы.

Объект 3. Плоское понижение центральной левобережной поймы р. Днепр, ширина 100 м. Координаты N 52°; 22′ 26″; E 30°; 26′; 50.3″. Высота 124 м над уровнем моря. Плоское понижение центральной левобережной поймы р. Днепр. Аспект травостоя ярко-зеленый. Проективное покрытие 90 %, высота 30 (90) см. Acc. *Caricetum gracilis* (Almguist 1929) R. Tx. 1937 союза *Caricion gracilis* (Neuhaust 1959) Bal.-Tul. 1963, порядка *Magnocaricetalia* Piga. 1953, класса *Phragmito - Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941, урожайность данной ассоциации составила 29,7 ц/га сух. массы.

Объект 4. Широкая плоская пониженная равнина притеррасной левобережной поймы р. Днепр. Координаты N 52°; 16′ 29.2″; E 30°; 35′; 32.2″. Высота 127 м над уровнем моря. Acc. *Phalaroidetum arundinaceae* Libb. 1931, союза *Phalaroidaion arundinaceae Kopecky* 1961, порядка *Magnocaricetalia* Piga. 1953, класса *Phragmita - Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941, урожайность – 45,0 ц/га сух. массы.

Объект 5. Прирусловая плоская равнина левобережной поймы р. Днепр. Координаты N 52°; 22′ 171″; E 30°; 26′; 203″. Высота 125. Acc. *Calamagrostietum epigeii* Sapegin 1986 союза *Caricion gracilis* (Neuhaust 1959) Bal.-Tul. 1963, порядка *Magnocaricetalia* Pign. 1953, класса *Phragmito - Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941, урожайность – 33,5 ц/га сух. массы.

Геоботанические описания луговых экосистем поймы р. Днепр проанализированы по классификации Браун-Бланке. Ниже приводим продромус синтаксонов луговых экосистем уровня ассоциации системы синтаксонов Браун-Бланке.

Класс *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937 em. R. Tx. 1970
- Порядок *Galietalia veri* Mirk. et Naum. 1986
  - Союз *Agrostion vinealis* Sipaylova et al. 1985
    - Acc. *Poo angustifoliae – Festucetum valesiacae* Sapegin et al. 2009
    - Acc. *Calamagrostietum epigeii* Sapegin 1986
    - Acc. *Calamagrostietum epigeii* Sapegin 1986, var. *Poa pratensis*
    - Acc. *Koelerietum delavigneii* ass. nov. prov., var. *Poa pratensis*
- Порядок *Arrhenatheretalia* Pawl. 1928
  - Союз *Festucion pratensis* Sipajlova Mirkin, Shelyag et V. Solomakha 1985
    - Acc. *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* Shelyag et al. 1985
- Порядок *Molinietalia* W. Koch 1926
  - Союз *Alopecurion pratensis* Passarge 1964
    - Acc. *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* Shelyag et al. 1985
  - Союз *Deschampsion cespitosae* Horvatic 1930
    - Acc. *Deschampsietum cspitosae* Horvatic 1930

Класс *Phragmito - Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941
- Порядок *Magnocaricetalia* Pign. 1953
  - Союз *Magnocaricion elatae* W. Koch 1926
    - Acc. *Caricetum vulpinae* Nowinski 1927
  - Союз *Caricion gracilis* (Neuhaust 1959) Bal.-Tul. 1963
    - Acc. *Caricetum ripariae* Soo 1928
    - Acc. *Glycerio maximae-Caricetum acutae* Sapegin 1986
- Порядок *Nasturtio-Glycerietalia* Pignatti 1953 tm Kopecky in Kopecky et Hejny 1985
  - Союз *Phalaroidaion arundinaceae* Kopecky 1961
    - Acc. *Carici acutae-Glycerietum maximae* (Jilek et Valisek 1964) Shelyag V. Solomakha et Sipaylova 1965
- Порядок *Phragmitetalia* W. Koch 1926
  - Союз *Phragmition communis* W. Koch 1926
    - Acc. *Glycerietum maximae* Hueck 1931

Acc. *Phalaroidetum arundinaceae* Libb. 1931

Из продромуса видно, что синтаксономическое разнообразие представлено 2 классами, 6 порядками, 8 союзами и 13 ассоциациями.

Объект 6. Правобережная пойма р. Днепр против д. Асаревичи Брагинского района. Координаты N 51°; 36′ 368″; E 30°; 30′; 879″. Высота 115 м над уровнем моря. Acc. *Calamagrostio canescentis – Caricetum acutae ass. nova* союза *Caricion gracilis* (Neuhaust 1959) Bal.-Tul. 1963, порядка *Magnocaricetalia* Pign. 1953, класса *Phragmito - Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941, урожайность – 42,5 ц/га сух. массы.

Объект 7. Склон к глубокому межгривному понижению. Координаты N 51°; 36′ 368″; E 30°; 30′; 879″. Высота 115 м над уровнем моря. *Calamagrostietum canescentis* ass. nova союза *Caricion gracilis* (Neuhaust 1959) Bal.-Tul. 1963, порядка *Magnocaricetalia* Pign. 1953, класса *Phragmito - Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941, урожайность – 40 ц/га сух. массы.

Объект 8. Глубокое плоское понижение шириной до 50 м. Координаты N 51°; 36′ 370″; E 30°; 30′; 863″. Высота 115 м над уровнем моря. Аспект травостоя темно-зеленый. Покрытие 85 %, высота 25 (50) см. Ассоциация *Caricetum vulpine* Nowinski 1927, var. *Calamagrostis canescens*, союз *Caricion gracilis* (Neuhausl 1959) Bal.-Tul. 1963, порядок *Magnocaricetalia* Pign. 1953, класса *Phragmito - Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941. Естественная урожайность составила 38,0 ц/га сух. массы.

Объект 9. Слегка повышенная равнина. Координаты: N 51°; 27′; 194″, E 30°; 33′; 705″, H – 137 фут. над уровнем моря. Синтаксономия луговой экосистемы: асс. *Poo angustifoliae – Calamagrostietum canescentis* ass. nova союза *Caricion gracilis* (Neuhausl 1959) Bal.- Tul. 1963, порядка *Magnocaricetalia Piga.* 1953, класса *Phragmito - Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941. Аспект травостоя фиолетово-зеленый. Проективное покрытие травостоя 80 %, высота 50 (120) см. Ширина 50 м. Доминантом травостоя является вейник седеющий (*Calamagrostis canescens*). Урожайность – 34,8 ц/га сух. массы.

На основании выделенных ассоциаций составлен продромус синтаксонов пойменных лугов р. Днепр, представленный ниже:

Класс *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937 em. R. Tx. 1970
Порядок *Galietalia veri* Mirk. Naumova 1986
Союз *Trifolion montanii* Naumova 1986
Acc. *Poo angustifoliae – Festucetum valesiacae* Sapegin et al. 2009
Acc. *Poetum angustifolia* V. Solomakha 1996
Порядок *Poo angustifoliaea vinealis* Shelyag, V. Solomakha et Sipaylova 1985
Союз *Agrostion vinealis* Sipaylova. Mirk., Shelyag et V. Solomakha 1985
Acc. *Poo angustifoliae – Calamagrostietum canescentis* ass. nov. prov.
Порядок *Molinietalia* W. Koch 1926
Союз *Alopecurion pratensis* Passarge 1964
Acc. *Poo palustris–Alopecuretum pratensis* Shelyag, Sipaylova, Mirkin et V. Solomakha in Shelyag et al. 1985
Класс *Phragmito - Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941
Порядок *Magnocaricetalia Pign.* 1953
Союз *Caricion gracilis* (Neuhausl 1959) Bal.- Tul. 1963
Acc. *Calamagrostio canescentis – Caricetum acutae* ass. nov. prov.
Acc. *Calamagrostietosum canescentis* ass. nov. prov.
Порядок *Galio palustre – Poetalia palustris* V. Solomakha 1996
Союз *Galion palustris* Shelyag, V. Solomakha et Sipaylova 1985
Acc. *Galio palustre – Agrostietum stoloniferae* Sipaylova, V.

Solomakha et Shelyag 1987

Acc. *Caricini vulpinae – Caricetum gracilis* ass. nov. prov.

Acc. *Caricetum gracilis* (Almguist 1929) R. Tx. 1937

Синтаксономическое разнообразие луговой растительности поймы р. Днепр на территории Брагинского района представлено 2 классами, 5 порядками, 5 союзами и 9 ассоциациями, из которых 3 новые для региона.

При сенокосоуборочных работах необходимо уделять должное внимание механическому удалению молодых побегов ивняков, так как если их не уничтожать, то через несколько лет эта культура разрастается, укрепляется и занимает территорию пригодного для сенокошения луга. Даже однократное сенокошение в течение вегетационного сезона снижает степень зарастания пойменного луга древесно-кустарниковой растительностью на 20 – 30 %, так как при этом происходит механическое отчуждение особей древесно-кустарниковой растительности, находящейся в имматурном и молодом вегетативном состоянии. Прекращение хозяйственного использования пойменного луга или нерегулярное его сенокошение приводит к интенсивному развитию ассоциации *Salicetum triandro-viminalis Lohm.* 1952 союза *Salicion albae* Th. Müller et Gors 1958, порядка *Salicetalia purpureae* Moor. 1958, класса *Salicetea purpureae* Moor 1958 и зарастанию пойменного луга.

Примером рационального использования пойменных луговых экосистем являются сельскохозяйственное предприятие «Советская Белоруссия» Речицкого района и СПК «Комаринский» Брагинского района, где уделяется должное внимание, как получению зеленых кормов, так и заготовке сена для общественного поголовья.

Заключение. Проведенные исследования показали, что пойма реки Днепр является хорошим источником дешевых зеленых кормов. Выделен ряд ассоциаций, которые могут быть высоко отзывчивы на внесение минеральных удобрений и известкование, и именно, такие ассоциации необходимо регулярным двукратным сенокошением предохранять от зарастания древесно-кустарниковой растительностью, в частности, ивняками.

SYNTAXONOMY, GEOBOTANY AND PRODUCTIVITY OF RIVER DNIEPER FLOOD-MEADOWS ON THE TERRITORY OF GOMEL REGION

© 2012 L.M. Sapegin, N.M. Dajneko, S.F. Timofeev

Educational Establishment «Francisk Skorina Gomel State University»

The article represents syntaxonomic and geobotanical characteristic of the most productive grassland ecosystem associations of Dnieper flood-plain. Their productivity ranges from 29,7 c/ha dry weight to 45,0 c/ha dry weight. Mineral fertilizer application to these associations will increase their productivity.

Key words: *syntaxonomy, geobotanical characteristic, productivity, flood-plain, river Dnieper*

Sapegin Leonid Mikhajlovich - Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of Botany and Plant Physiology Chair, Educational Establishment; *Dajneko Nikolaj Mikhajlovich* - Candidate of Biological Sciences, Docent, Holder of Botany and Plant Physiology Chair, Educational Establishment, E-mail: Dajneko@gsu.by; *Timofeev Sergej Fedorovich* – Candidate of Agricultural Sciences, Docent of Botany and Plant Physiology Chair, Educational Establishment.

УДК **581.524.31**

ПРОБЛЕМЫ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ

© 2012 К.С. Сейц

Санкт-Петербургский Государственный Университет, г. Санкт-Петербург

Рассмотрены некоторые важные проблемы, возникающие в исследованиях динамики растительных сообществ.

Ключевые слова: *растительное сообщество, динамика, структура, классификация.*

Интуитивно ясно динамика растительного сообщества (РС) представляется в виде «движения» в пространстве признаков, существенных для понимания природы растительного сообщества. «Движение» РС мы можем наблюдать только по результатам изменений РС во времени. Таким образом, предметом динамики РС являются по существу изменения РС и измерение этих изменений. В то же время, подобной интуитивной ясности по отношению к пониманию сущности РС не наблюдается. Это находит прямое отражение в выделении в качестве главных, первостепенных свойств динамики РС различных её аспектов. Однако, помимо различных пониманий природы и сущности РС, существенное влияние на построение теории и практики изучения динамики РС оказывают те априорные предпосылки и интуитивные представления, которые проникают в наши теоретические, экспериментальные, аналитические конструкции из понятий и методологических установок, которыми мы пользуемся в качестве «естественного» языка при анализе того или иного явления. Дело здесь даже не в некритичном использовании понятий и терминов, а в том, что какими-то понятиями и методами нам всё равно приходится пользоваться. Причём каждое из них обязательно имеет свои ограничения и «недостатки» - невозможность полноты описания определяемого ими явления. К этому следует добавить и всё расширяющееся проникновение в биологию понятий и методов других, более формализованных наук, а с другой стороны, в случаях непредусмотренных формализованной частью теории, в неё активно проникают понятия и подходы так называемого «здравого смысла». Вследствие этого, «блестящие» аналогии в отношении некоторых сторон явления заслоняют от нас противоречия с другими его сторонами. И если первые позволяют существенно и успешно продвинуть теорию, то вторые – дезавуируют эти достижения или, по крайней мере, сильно их ограничивают в самом основании. Поэтому очень часто мы предпочитаем об этой второй стороне «познавательного процесса» либо вообще не говорить, либо говорить как о чём-то «неизбежном» и «само собой разумеющемся». Становясь общим местом, подобные понятия и подходы начинают постепенно тормозить и ограничивать дальнейшие исследования. Выявление таких ограничений и вызываемых ими последствий для дальнейшего конструирования теории явления и практики построения экспериментальных методов его анализа, представляется нам существенным этапом в решении насущных проблем динамики РС и является основной целью данной работы.

Нам представляется, что наибольшие ограничения на теорию и практику исследований динамики РС накладывает использование следующих понятий и представлений:

I. Представление о РС как о системе.

Общепризнанным на данный момент является определение системы как совокупности взаимосвязанных элементов, обладающих свойством целостности и особенности. Утверждение о РС как о «системе» является одним из самых широко распространённых «общих мест» в геоботанике, и особенно при анализе динамических свойств РС. При этом едва ли проводится разделение между отождествлением понятия система с материальным объектом «растительное сообщество» и системным подходом к изучению РС. А между тем использование термина"система" применительно к материальному объекту некорректно, здесь он может выступать только

Сейц Кирилл Сергеевич, ассистент кафедры геоботаники. E-mail: seits@rambler.ru

как метафора. Всякий фрагмент действительности имеет бесконечное число проявлений, его познание распадается на множество сторон. Поэтому даже для природно расчлененного объекта мы можем дать только общее указание на факт наличия взаимодействий, без их конкретизации, так как не выделено, какие свойства объекта участвуют во взаимодействиях» (Агошкова, Ахлибининский,1998). В то же время, «системный подход» является на данный момент, очевидно, наиболее эффективным и продуктивным инструментом познанию природы любого объекта. Причём системный подход является не столько методом решения задач, сколько методом постановки задач, что и обеспечивает его чрезвычайную эвристическую ценность и заслуженную популярность. Однако полностью разделить положительный эффект системного подхода от негативных последствий онтологического отождествления понятия «система» с её конкретным материальным носителем не возможно. В основные принципы системного подхода входит в качестве неотъемлемого и основного (наряду с принципами целостности, иерархичности организации, структуризации и множественности) принцип системности как *свойство объекта* обладать всеми признаками системы. Не вдаваясь в детали, в качестве основных и универсальных признаков системы можно выделить следующие три (Агошкова, Ахлибининский,1998): полнота элементов (из которых выводятся все остальные знания о системе, т.е. определяемость частей целым), самоопределяемость (взаимообусловленность набора свойств, образующих некоторую закономерность) и целостность (наличие системообразующего фактора). Однако в некоторых существенных аспектах РС не соответствует этим признакам. Во-первых, для РС не существует и не может быть предложен конечный набор показателей, полностью и адекватно описывающих РС (т.е. так что совпадение показателей означало бы полную одинаковость двух РС). Это касается не только сходства РС вообще, но даже и их выделенных свойств, например, динамических. На данный момент, кажется очевидной принципиальная неполнота любой системы показателей динамики РС. Во-вторых, развитие РС принципиально необратимо: в реальных условиях РС никогда не может возвратиться в состояние с теми же показателями продуктивности или видового разнообразия, что имели место, например, на аналогичной стадии сукцессии после предыдущей вырубки или пожара. Безвозвратное изъятие древесины, изменение состава и структуры флоры со времени предыдущей вырубки кардинально меняют ситуацию развития конкретного сообщества, вплоть до изменения характера основного системообразующего фактора. В-третьих, само выделение системообразующего фактора для РС является проблематичным. Скорее всего, для РС существует не один, а несколько параллельно действующих факторов, что отнюдь не укрепляет общую целостность РС. В-четвёртых, принципиальным свойством естественного РС является практическая бесконечность элементов-особей, что определяется постоянно и непредсказуемо увеличивающимся *разнообразием* особей как на видовом уровне (рост числа видов в сообществе), так и на внутривидовом (рост дифференциации особей внутри сообщества сразу по нескольким параметрам – генетическим, эпигенетическим, возрастным и т.п.). В РС могут проникать и устойчиво существовать самые разные виды и\или внутривидовые группы особей, относительно которых бессмысленно задавать вопрос об их функциональной роли в РС, поскольку они являются «всего лишь» элементами неотъемлемого свойства РС – разнообразия. В-пятых, характерным свойством РС является наличие у вышеуказанного разнообразия своей *специфической структуры*, причём одновременно и на видовом, и на внутривидовом уровнях. Характер этих структур в значительной степени обусловлен факторами, никак не связанными с закономерностями внутреннего устройства РС. Зависимость структуры видового разнообразия РС от свойств региональной флоры, от исторических особенностей флороценогенеза данной территории, от специфической и внемасштабной структуры этого разнообразия (в форме кривой Уиллиса) означает не просто отсутствие самоопределяемости или полноты у РС как системы, а зависимость её организации и свойств (в том числе и динамических) от структуры этих «внешних» факторов. Не удивительно поэтому, что последовательное применение системных принципов к анализу законов распределения видов по классам обилия в пределах РС приводит, по словам А.М. Гилярова (2010), к «удивительному равнодушию к процессам, формирующим разнообразие того или иного таксона, к процессам эволюции, которые и порождают всё то богатство видов, которые, конечно же, всегда входят в состав тех или иных сообществ». Роль

структуры внутривидового разнообразия несомненно оказывает влияние на структуру РС через регуляцию конкурентных и других типов взаимоотношений внутри и между видами (сосуществование видов, выживаемости отдельного вида) в предела РС. Поэтому структура дифференциации особей по жизненно важным признакам (фитоценотический статус, возрастное состояние, жизненность) должна изучаться не только как самоцель, но и как такое свойство РС в целом, которое ограничивает и направляет развитие РС по определённым траекториям. Таким образом, наличие специфической структуры на всех уровнях организации РС является особенностью объективной «предметности» такого природного явления как РС и противоречит свойству самоопределяемости системы (поскольку структуры внутри- и межвидового разнообразия и дифференциации особей не зависят полностью от внутреннего устройства РС). Природа «предметности» РС входит в противоречие с системными принципами. Отсюда следует, что РС в целом принципиально не соотносимо с понятием «система». Это понятие в отношении к РС следует рассматривать «как *способ* конечного представления бесконечного объекта» (Агошкова, Ахлибининский,1998).

II. Представление об оптимальности устройства и функционирования РС.

Существует представление о принципиально оптимальной организации РС. У этого представления есть 2 аспекта. Первый связан причинами его происхождения, а второй – со следствиями которые из него вытекают. Во-первых, оптимальность это исключительное свойство систем, а значит и существования показателей оптимальности обязательно только для систем, объекты «несистемной» природы не обязательно должны быть организованы оптимально. В частности структура биологического разнообразия на всех уровнях в РС не является оптимальной: «задача выполнения определённых «функций в экосистеме вовсе не требует того огромного разнообразия живых существ, которое мы наблюдаем»» (Гиляров, 2010). Во-вторых, идея оптимальности пришла из технических и экономических наук, где она возникает естественным образом из свойства целеустремлённости соответствующих систем. Такого «естественного» свойства у биологических явлений нет. Также как и наличие оптимальных свойств у статистических процедур и математических моделей не является основанием для предположения об их существовании и у РС. В-третьих, необходимо помнить о том, что принцип оптимизации может вступать в противоречие с заданной (исторически, экологически) структурированностью РС. Так, известно, что если несколько подсистем последовательно связаны между собой в некоторую структуру, которая выполняет несколько специальных задач, то оптимальность функционирования таким образом структурированного объекта будет существенно ниже возможной из-за необходимости увязывать изменения параметров каждой из подсистем друг с другом. Таким образом, структурированность РС (будь то в отношении конкурентных отношений или внутривидовой дифференциации особей одного вида) накладывает ограничения на оптимальное поведение системы, канализирует направление и характер изменений, что делает оптимизацию иногда просто невозможной.

III. Ситэ Евдокса-Декарта.

Существует чёткая уверенность, что любое явление или процесс могут быть лианеризованы в малой окрестности любой своей «точки». Это и есть ситэ Евдокса-Декарта по И.А. Акчурину (цит. по Чайковский, 2004). Это ситэ определило всю новоевропейскую науку с её мощным аппаратом дифференциального исчисления и идеологией «аппроксимационного» характера исследований – явление можно аппроксимировать любым способом, любой моделью, и это даст приближение к его сущности – всё дело будет только в *степени* этого приближения. Этому подходу противостоит ситэ Мандельброта, понимаемое как «наблюдаемая в каждом масштабе структурированность» (Чайковский, 2004). Тогда всё пространство следует признать структурированным в любом масштабе (что является в частности свойством фракталов). Тогда «некоторые» аппроксимации окажутся полностью бессмысленными «в любой степени», а выявление структуры становится принципиальным и первоначальным моментом всякого научного подхода, без относительно смысла изучаемого явления. Выявление структуры становится самодостаточной задачей, которая может предшествовать смысловой гипотезе о сущности явления, главная гипотеза – это существование у явления какой-то структуры.

Характерной здесь является ситуация с «кривой Уиллиса», объяснение механизмов которой квалифицируется Макгиллом с соавт. как «коллективная неудча» (цит. по Гиляров, 2010).

IV. Использование классической теории измерений.

Классическая модель признаёт равноценность любого числа, каким бы способом оно не было получено, вне зависимости от процедуры измерения и смысла тех отношений, в которые вступают измеряемые с помощью этих чисел объекты. Эта модель подразумевается как основная при измерении признаков строения и структуры РС, при дальнейшем вычислении функций от них (в ходе статистической обработки или при моделировании). С точки зрения репрезентативной теории измерений, это чревато построением неадекватных функций от результатов наблюдений, а с точки зрения операциональной теории измерений – сужением области конструирования новых, эвристически ценных показателей динамики РС.

V. Представление об исключительной естественности иерархической классификации.

Многократно говорилось (А.А. Любищевым, С.В. Мейеном и др.), что в биологии перспективными являются скорее всего не иерархические «системы» (эволюционны и любые другие), а параметрические, соответствующие таковым в химии (периодическая система Менделеева, ряды гомологически углеводородов). Однако до сих пор классификационные системы динамики РС строятся (подгоняются) под иерархическую схему. Хотя уже «крест Сукачёва» и система Погребняка устроены по параметрическому принципу. Динамическая схема экотопических систем ассоциаций В.С. Ипатова также относится к параметрическому типу. Здесь следует отметить, что сама постановка задачи изучения динамики РС, т.е. «движения» РС в некотором пространстве, подразумевает наличие «параметра», определяющего это движение, а значит и параметричность динамической классификации.

Всё вышесказанное не означает необходимости немедленного отказа, например, от системного подхода к изучению РС или от использования понятия «система» по отношении к РС. Скорее это следует рассматривать в качестве направлений для «внутреннего» поиска, когда в ходе исследования начинают проявляться непонятные или абсурдные закономерности и прочие «артефакты». Необходимо помнить, что их появление может быть связано не с недостатком или неадекватностью материала, конкретных методов сбора и обработки информации, а с теми скрытыми ограничениями и предпосылками, которые привносятся в результаты через использование вышеуказанных «общих» представлений.

Далее мы приводим список проблем, в постановках задач и решений которых могут особенно проявиться вышеуказанные сложности. Эти проблемы представляются нам руководящими вопросами, призванными постоянно «беспокоить» исследователя, быть стимулом к непрерывному поиску «лучшего» по отношению к «хорошему».

Некоторые важные проблемы динамики РС.

1. Проблема состава РС. Содержит в себе постановки задач изучения разнообразия РС на всех уровнях организации РС. Основная трудность – выявление структуры разнообразия и понимание природы процессов, приводящих к формированию этой структуры.

2. Проблема структуры РС. Содержит постановки задач изучения системы взаимоотношений между особями одного и разных видов, а также правил (законов) композиции элементов, однозначно задающих особенность данного типа РС. Основная трудность – выявление системы ограничений, накладываемых на характер внутри и межвидовых отношений системообразующим фактором (фактором целостности) и выявление природы этого фактора.

3. Проблема состояния РС. Содержит постановку задач разделения «движения» РС на дискретные состояния и описания состояния РС системой показателей. Основная трудность – выявление параметров дискретизации и работа с векторами разнокачественных признаков.

4. Проблема взаимодействия со средой и другими подсистемами биогеоценоза. Содержит постановку задач экологической интерпретации показателей динамики РС и выявления обусловленности средой отношений между элементами РС. Основная трудность состоит здесь в том, что эта обусловленность может проявляться не только через изменение направления и силы связи между видами, но и в формировании особой, специфической структуры на уровне внутривидовой дифференциации или межвидовых отношений.

5.Проблема визуализации динамического пространства. Содержит постановку задач выявления структуры отношений между состояниями РС в ходе динамики. Основная трудность – конструирование соответствующих метрик и расстояний, опирающихся на минимум априорных предположений о структуре РС и свойствах его динамики.

6.Проблема моделирования динамики РС. Содержит постановку задач не только проверки предпосылок конструируемых моделей, но и «сходимости» работы моделей к одному и тому же биологически значимому результату.

7.Проблема построения динамической классификации.

8.Проблема измерения параметров и свойств динамики РС. Содержит постановки задач определения типов шкал измеряемых параметров структуры РС, конструирования адекватных метрик и функций от них, а также создание новых подходов к определению сходства, равенства, подобия структуры РС на разных уровнях его организации.

В качестве заключения, мы хотели бы указать на те представления и подходы, которые на наш взгляд следует удержать при решении вышеозначенных проблем динамики РС:

1) Экологический смысл классификации и динамики.

2) Использование в качестве начального этапа выявление инвариантов динамики РС.

3) Использование специально выделенных свойств РС, имеющих отношение именно к динамике РС, а не к структуре РС вообще. Для построения динамической классификации следует использовать только свойства и параметры самой растительности, а не других подсистем биогеоценоза (например, почвы).

4) Отказ от принципа оптимальности.

5) Признание тотальной структурированности РС на всех уровнях организации РС. Динамика изменений структуры должна анализироваться для элементов всех уровней, а не только какого-то одного.

6) Необходимость параметрического подхода к классификации. Необходимо, чтобы параметры, по которым будет осуществляться классификация, выявлялись в ходе изучения динамических свойств того или иного типа РС, а не задавались априорно.

7) Необходимость использования методов и критериев операциональной и репрезентативной теорий измерения для получения адекватных и эвристически ценных показателей динамики РС. Метрики и функции, используемые для визуализации пространства динамических состояний, должны конструироваться, а не подбираться. Операциональная теория должна использоваться для привлечения понятия «обобщённого равенства» (Урманцев, 1974) к определению структурного сходства и подобия элементов самых разных уровней организации РС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Агошкова Е.Б., Ахлибининский Б.В.* Эволюция понятия системы: // Вопр. философии. 1998. № 10. С. 170179.

2. *Гиляров А.М.* В поисках универсальных закономерностей организации сообществ: прогресс на пути нейтрализма // Ж-л общей биологии. 2010. Т.71. № 5. С. 386-401.

3. *Урманцев Ю.А.* Симметрия природы и природа симметрии: М.: Мысль, 1974. С.227

4. *Чайковский Ю.В.* О природе случайности: 2е изд. М.: Центр системных исследований, 2006. С. 278.

SOME PROBLEMS OF PLANT COMMUNITY DYNAMICS

© 2012 K.S. Seits

Sant-Petersburg State University

In this article some actual problems in investigations of plant community dynamics are highlighted.

Key words: *plant community, dynamics, structure, classification.*

Seits Kirill Sergeevich, assistant of geobotany department. E-mail: seits@rambler.ru

УДК 630*(470.5-751.2)

КОРЕННЫЕ ЛЕСА ВИСИМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

© 2012 Р.З. Сибгатуллин

Висимский государственный природный биосферный заповедник

В данной статье дана характеристика коренных лесов Висимского заповедника.
Ключевые слова: *коренные леса, структура, динамика*.

Висимский заповедник организован в 1971 году и расположен на Среднем Урале в Свердловской области. В настоящее время его площадь составляет 33496 га.

В схеме геоморфологического районирования Урала [3] заповедник лежит в пределах двух регионов: восточная часть в районе приподнятых горных массивов Среднего Урала, западная - в районе остаточных гор западного склона. Граница между ними проходит по западному подножью водораздельного кряжа. Рельеф первого района имеет настоящий горный характер с абсолютными высотами от 550 до 700 м над у. м. и перепадом высот 250-300 м; второго - низкогорно-увалистый с мягкими очертаниями коротких хребтов и увалов, разделенных широкими межгорными депрессиями.

Заповедник находится в умеренно-континентальной бореальной климатической зоне. Западная часть заповедника характеризуется довольно контрастным мезоклиматом с длинной, холодной, а по сравнению с горами относительно малоснежной зимой и коротким теплым летом. Всего лишь один месяц в году гарантирован от заморозков. В восточной горной местности климат несколько смягчается, становится более влажным. Здесь выражен вертикальный градиент осадков, в зимнее время он достигает 70-100 мм на каждые 100 м высоты. Снежный покров достигает значительных величин - 100 см и более. Это имеет большие экологические последствия. Снег ложится в горах раньше и на талую почву, препятствуя ее сильному промерзанию, что способствует произрастанию в лесах заповедника растений неморального комплекса. Также необходимо отметить наличие в восточной горной части температурных инверсий, особенно выраженных в ночное и холодное время.

Основная часть материала собрана на постоянных пробных площадях, заложенных в согласно общепринятым методикам [2, 8]. ППП выделялась на местности, разбивалась на квадраты 10 х 10 м проводился таксационный обмер древостоя, все деревья нумеровались и наносились на план. Измерялись диаметр и высота, размер кроны, на одной площади определен возраст у всех деревьев. Нижние яруса охарактеризованы путем глазомерного описания. Использованы данные трех постоянных пробных площадей, на которых сделаны по 3-4 перечета древостоя с интервалом через 7-10 лет, кроме того описания лесных сообществ проводились на летучих (временных) площадках. В пихто-ельнике крупнопапоротниковом проводился учет продукции надземной части травяно-кустарничкового яруса. Использовался метод статистической модели Н.Ф. Храмцовой [6] по которому фитомасса каждого вида рассчитывалась из средней численности, определенной на постоянной площади, и средней массы побегов (растения срезались рядом с площадью). В 1995 после массового ветровала применялся укосный метод. Масса побегов определялась в абсолютно-сухом состоянии.

Распространение пихто-ельников крупнопапоротниковых приурочено к средней части пологих склонов в полосе скопления грубообломочного и щебнистого делювия. По заросшим каменистым потокам (курумам), в которых концентрируются проточные воды, они могут подниматься вверх по склонам, доходя до подпояса высокотравно-папоротниковых лесов. Пихто-ельники крупнопапоротниковые образуют довольно четко очерченный подпояс на высоте 450-500 м над у.м. Сверху этот подпояс ограничивают пихто-ельники липняковые, снизу примыкают пихто-ельники зеленомошные. По теплообеспеченности пихто-ельники

Сибгатуллин Рустам Зинатович, старший научный сотрудник. E-mail: visimnauka@yandex.ru

крупнопапоротниковые значительно уступают "липовому поясу". Здесь развиты неглубокие часто "подвешенные " почвы на скоплениях грубообломочного и щебнистого делювия. Выше пихто-ельников липняковых на дренированных пологих вершинах и склонах распространены пихто-ельники высокотравно-папоротниковые. В нижнем подпоясе бореальной тайги доминируют зеленомошные леса. Располагаясь в доступных для эксплуатации местах, они все были вырублены еще в XIX веке. Сейчас на их месте располагаются производные леса различного состава. Коренные сообщества этого типа леса сохранились на мизерных по площади участках. В восточной части заповедника коренные леса опоясывают гг. Малый и Большой Сутук, на западе покрывают пологие склоны и вершину г. Кулига.

Пихто-ельник высокотравно-папоротниковый занимает вытянутые пологие склоны между 500 и 600 м над у. м., крутизна склонов в верхней части не превышает 2-3°. Очень характерна террасированность склонов, широкие и слабонаклонные террасы отделяются уступами высотой 1,5-2,0 м с выходами скальных пород. Плосковершинность гор и террасированность их склонов ослабляет сток почвенных вод и элювиальные процессы. Благодаря этому здесь создаются условия для формирования относительно глубоких и устойчиво увлажненных почв, а также пышного развития крупных папоротников и высокотравья. Почвы под пихто-ельниками высокотравными бурые горно-лесные неоподзоленные (ненасыщенные) [5]. Запас древостоя 320 м^3, бонитет – IV, состав подроста 8Е2П, количество 1600 шт./га. Средний состав основного полога по числу стволов 6П4Е+Рб, по запасу 5П5Е+Рб (табл.1). Необходимо отметить значительное участие в составе древостоя (особенно во втором ярусе) рябины сибирской ***(Sorbus sibirica)***. В подлеске доминирует малина обыкновенная ***(Rubus idaeus),*** в травянистом покрове высокотравье – борец северный ***(Aconitum septentrionale)***, какалия копьелистная ***(Cacalia hastata)***, крестовник дубравный ***(Senecio nemorensis)***, валериана волжская ***(Valeriana wolgensis)***, герань лесная ***(Geranium sylvaticum)***, кочедыжник женский ***(Athyrium filix-femina)***. В нижнем ярусе травостоя преобладает бореальное мелкотравье - кислица ***(Oxalis acetosella)***, майник двулистный ***(Maianthemum bifolium),*** седмичник европейский ***(Trientalis europaea).*** Моховой покров развит слабо. Мощный снежный покров (до 1 м) выпадающий обычно на талую землю и препятствующий промерзанию почвы, позволяет произрастать здесь комплексу неморальных видов – сныть обыкновенная ***(Aegopodium podagraria)***, копытень европейский (***Asarum europaeum***), чистец лесной (***Stachys sylvatica***). Весной в конце апреля – начале мая до появления высокотравья в травяном покрове доминируют весенние эфемероиды – хохлатка плотная (***Corydalis solida***) и ветреница алтайская (***Anemone altaica***). Всего отмечено 45 видов растений. Древостой относительно разновозрастный у ели и одновозрастный у пихты (рис. 1). Эти леса, расположенные на северных склонах гг. Малый и Большой Сутук, очень сильно пострадали от ветровала 1995 года, на ППП-6 вывалилось 90 % деревьев, запас снизился до 45 м^3 (табл. 1).

В южно-таежных горных темнохвойных лесах Р.С. Зубарева [1] выделяет единый тип ельников липняковых. В горной провинции Среднего Урала эти леса выявлены на пределе своего сплошного ареала [4]. В заповеднике пихто-ельники липняковые представлены двумя типами коренных фитоценозов, они расположены фрагментарно, ниже пихто-ельников высокотравно-папоротниковых. На плоских дренированных вершинах распространены пихто-ельники большехвостоосоково-липняковые для которых в травянистом ярусе в качестве детерминанта выделяется ксеромезофитная осока большехвостая ***(Carex macroura)***. Состав древостоя 4Е4П1Лп1Рб, ед. К. Б, бонитет – III, запас 340 м^3 (табл. 2), в подросте преобладает ель 7Е3П, общее количество 4600 шт./га. График распределения деревьев по ступеням толщины показывает, что древостой разновозрастный, с выраженными пиками у ели и пихты (рис. 2).

Таблица 1. Таксационная характеристика древостоя пихто-ельника высокотравно-папоротникового на ППП-6 по годам учета

Год	Порода	Состав древостоя		Кол-во деревьев,	Средние		Абсолютная полнота,	Запас, м^3/га
		по числу	по запасу	шт./га	Н, м	Д, см	м^2/га	
	П	60	49	420	19,4	21,3	17,1	158,3
	Е	39	49	270	19,2	22,5	13,6	158,1

1983	К	+	2	2	29,5	45,8	0,3	4,8
	Б	+	+	2	18,5	16,8	0,1	0,5
	Р	1	+	4	12,0	14,4	0,1	0,7
	Всего			698			31,2	322,4
1991	П	61	51	344	20,8	23,2	16,1	154,4
	Е	39	47	218	20,3	24,2	12,2	142,9
	К	3	2	2	30,0	45,5	0,3	4,9
	Б	1	+	2	19,0	20,0	0,1	0,6
	Всего			566			28.7	302,8
1995	П	56	64	52	20,4	22,5	2,3	23,7
	Е	44	36	40	16,0	17,4	1,3	13,2
	Всего			92			3,6	36,9

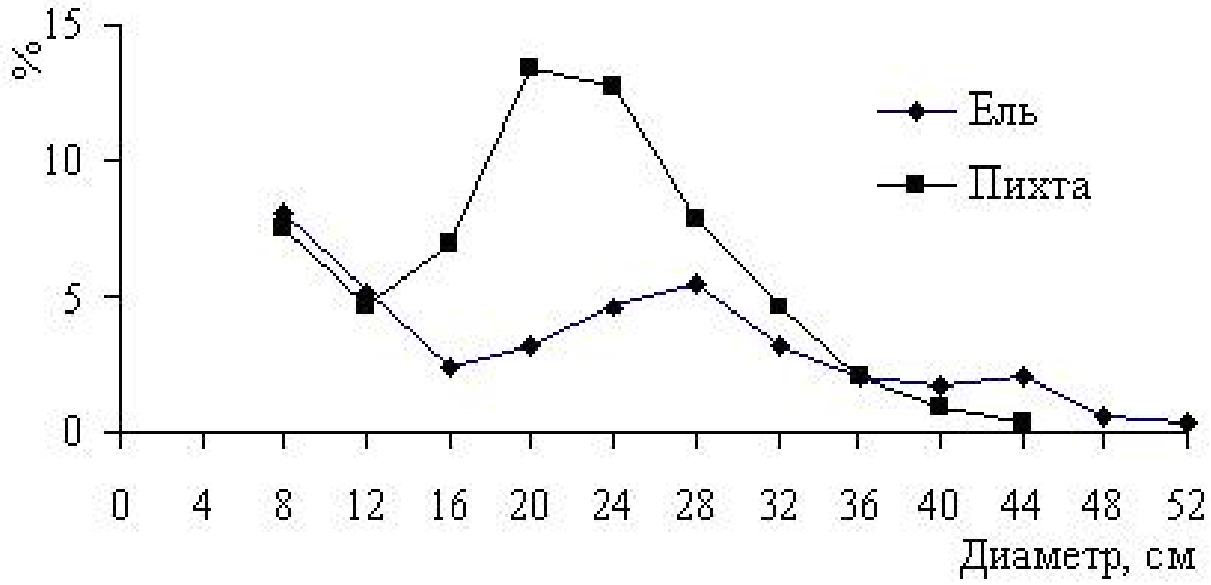


Рис. 1. Распределение деревьев по ступеням толщины на ППП-6.

В подлеске встречается рябина, отдельные деревья которой выходят в основной ярус. Почва бурая горно-лесная неполнопрофильная, сильнокаменистая. В сложении травянистого яруса доминирующее положение занимают вейник тупочешуйный, щитовник австрийский и кислица, необходимо также отметить группу неморальных видов - медуница неясная ***(Pulmonaria obscura),*** копытень европейский, фиалка удивительная ***(Viola mirabilis)***. На пологих склонах восточной экспозиции г. Липовый Сутук распространены пихто-ельники папоротниково-липняковые, для травянистого покрова которых детерминантами являются мезофитные папоротники диплазиум сибирский ***(Diplazium sibiricum)*** и фегоптерис связывающий ***(Phegopteris connectilis)***. Состав древостоя основного полога 5П4Е1Лп, ед. Б, Рб, К, запас 310 м^3, бонитет III, состав подроста 7П3Е, общее количество 2100 шт./га. Для древостоев обоих типов фитоценозов характерно группово-куртинное размещение деревьев, неравномерная сомкнутость крон с большими просветами и окнами в верхнем пологе. Куртинность размещения вызвана явлением группового усыхания древостоя и групповыми вывалами деревьев при ураганных ветрах. В окнах верхнего полога нередки биогруппы древовидной липы сердцевидной ***(Tilia cordata)*** и рябины. Липа размножается вегетативно, под сомкнутым пологом она приобретает стелющуюся форму, семенного размножения липы в заповеднике не обнаружено [7]. В подлеске кроме липы и рябины распространены жимолость обыкновенная ***(Lonicera xylosteum)***, шиповник иглистый ***(Rosa acicularis)***, бузина сибирская ***(Sambucus sibirica)*** и малина. В травяном ярусе обильно представлены кислица,

вейник тупочешуйный, встречается много представителей неморального комплекса. От ветровала оба типа леса пострадали очень сильно, вывал древостоя составил 60-80 %, запас снизился до 110 м^3, западины вывалов зарастают медленно, преобладают малина обыкновенная и ожика волосистая, общее покрытие небольшое около 7 %.

Таблица 2. Таксационная характеристика древостоя пихто-ельника осочково-липнякового на ППП-2 по годам учета

Год	Порода	Состав древостоя		Кол-во деревьев,	Средние		Абсолютная полнота,	Запас, м^3/га
		по числу	по запасу	шт./га	Н, м	Д, см	м^2/га	
1972	Е	38	63	314	20,6	24,0	18,6	214,6
	П	39	29	324	16,9	17,0	12,0	98,9
	Р	13	4	105	11,8	13,7	1,7	12,6
	Лп	9	3	77	9,2	11,8	1,2	9,1
	К	+	+	3	21,8	40,9	0,5	6,1
	Б	+	+	2	21,5	29,1	0,1	1,5
	Всего			825			34,1	342,8
1979	Е	40	63	278	20,7	23,6	15,7	181,8
	П	40	27	287	18,6	18,9	9,2	78,7
	Р	10	4	74	12,6	14,5	1,4	10,5
	Лп	10	3	71	9,8	12,4	1,2	9,8
	К	+	2	3	22,3	40,9	0,5	6,1
	Б	+	1	2	22,0	29,8	0,1	1,5
	Всего			715			28,1	288,4
1994	Е	47	63	283	19,7	22,1	14,8	169,4
	П	38	29	229	19,8	20,6	8,8	79,1
	Р	2	1	13	15,2	18,0	0,4	3,1
	Лп	13	3	77	10,1	11,9	1,3	9,2
	К	+	3	2	26,0	50,3	0,5	6,5
	Б	+	1	2	23,5	31,8	0,1	1,7
	Всего			607			25,9	269,0
1995	Е	43	57	72	21,6	25,1	4,4	50,3
	П	47	34	80	20,3	21,2	3,2	30,0
	Р	4	1	7	13,1	15,3	0,1	1,0
	Лп	5	2	8	13,9	18,3	0,2	1,7
	К	1	6	2	26,5	57,4	0,4	5,5
	Всего			169			8,3	88,5

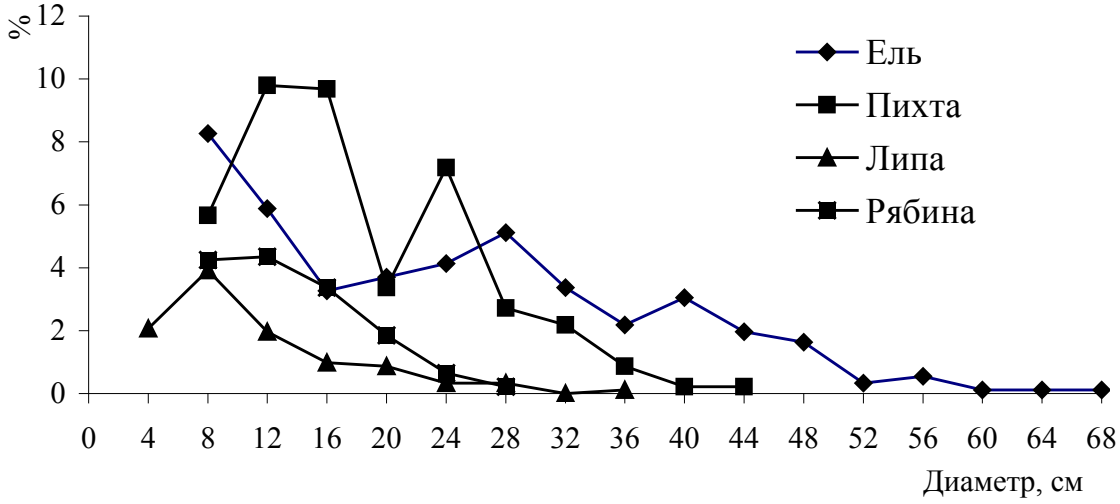


Рис. 2. Распределение деревьев по ступеням толщины на ППП-2.

Пихто-ельники крупнопапоротниковые располагаются в средней части пологих склонов в полосе скопления грубообломочного и щебнистого делювия. Они образуют довольно четко очерченный подпояс на высоте 450-500 м над у. м. По теплообеспеченности пихто-ельники крупнопапоротниковые значительно уступают «липовому поясу». Почвы бурые горно-лесные, сильнокаменистые, оглеенные. Состав древостоя по числу деревьев 5Е5П+К, по высоте и диаметру ель превышает пихту, поэтому состав по запасу 6Е3П1К (табл. 3), единичные особи сосны сибирской (кедра) ***(Pinus sibirica)*** - обязательный компонент этого типа леса. Состав подроста 6Е4П, общее количество 2600 шт./га. Древостой разновозрастный (рис. 3). В подлеске доминирует пышно разрастающаяся малина, встречаются куртины черемухи ***(Padus avium)***, индицирующие обильные потоки неглубоких почвенных вод. В первом подъярусе травянисто-кустарничкового яруса преобладают крупные гигро-мезофитные папоротники - щитовник австрийский, кочедыжник женский, в окнах древостоя обычен вейник тупочешуйный, во втором подъярусе папоротники диплазиум сибирский и фегоптерис связывающий. В нижнем подъярусе доминирует кислица, менее обильны другие представители таежного мелкотравья майник двулистный и седмичник европейский.

После ветровала 1995 года запас древостоя 72 м^3/га, т. е. всего около 20 % от исходного в 1991 году. В результате создались условия (температура, освещение, относительная влажность и др.) близкие к таковым на сплошной вырубке. В первые три года из состава травостоя практически полностью выпали крупные папоротники, доминирующими видами стали хвощ лесной и вейник тупочешуйный. В зарастании западин вывалов в основном участвуют малина обыкновенная, хвощ лесной и иван-чай узколистный.

Таблица 3. Таксационная характеристика древостоя пихто-ельника крупнопапоротникового на ППП-1 по годам учета

Год	Порода	Состав древостоя		Кол-во деревьев, шт./га	Средние		Абсолютная полнота м^2/га	Запас, м^3/га
		по числу	по запасу		Н, м	Д, см		
1973	Е	48	60	312	20,6	25,4	19,2	220,0
	П	52	35	339	19,8	21,4	13,7	130,3
	К	+	5	3	28,0	59,9	1,0	17,5
	Всего			654			33,9	367,8
1983	Е	49	58	301	20,5	26,1	19,4	220,4
	П	51	38	316	19,4	21,8	13,3	138,3
	К	+	4	1	35,0	96,0	1,0	16,9
	Всего			618			33,7	375,6
1990	Е	53	60	321	19,2	24,1	18,3	205,4
	П	47	35	288	19,6	22,2	12,5	118,6
	К	+	5	1	35,0	96,0	1,0	16,9
	Всего			610			31,8	341,8
1995	Е	60	52	53	20,3	26,0	3,3	38,0
	П	39	24	35	21,0	24,5	1,7	16,9
	К	1	24	1	35,0	96,0	1,0	16,9
	Всего			89			6,0	71,8

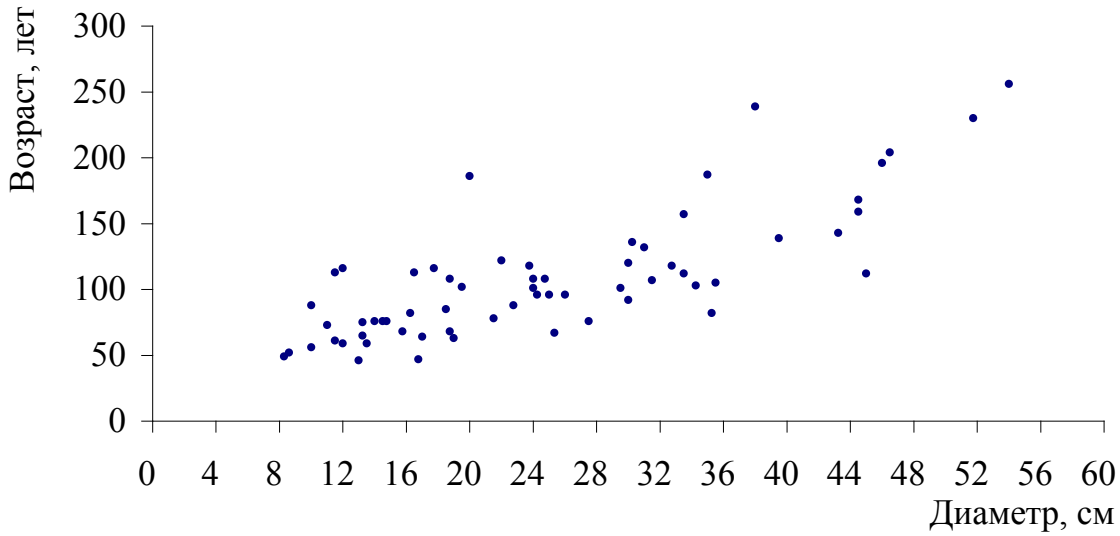


Рис. 3. Распределение возраста деревьев ели на ППП-1

С 1989 г. в пихто-ельнике крупнопапоротниковом проводился учет надземной фитомассы травяно-кустарничкового яруса. Средняя ежегодная продукция до ветровала составляет 998,1±136,0 кг/га, всего на площадках отмечено 11 видов растений. Основной вклад в продукцию травяно-кустарничкового яруса вносят три вида – щитовник австрийский, диплазиум сибирский и хвощ лесной, в сумме около 80 % (табл. 4). В 1995 году после вывала продукция резко снизилась до 408,4 кг/га, вследствие гибели крупных папоротников от сильного раннелетнего заморозка, в то же время увеличилась доля вейника тупочешуйного. Он также доминировал и последующие два года после вывала, совместно с хвощом лесным.

Таблица 4. Общая продукция надземной части травяно-кустарничкового яруса и доля участия каждого вида в пихто-ельнике крупнопапоротниковом

Вид растения		Год учета						
		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Dryopteris austriaca		40,0	25,5	31,7	43,4	44,4	50,7	31,7
Diplazium sibiricum		21,9	25,7	16,9	20,2	17,7	15,0	
Phegopteris connectilis		3,4	5,0	4,4	2,6	3,2	3,1	8,2
Gymnocarpium dryopteris		1,0	1,1	0,7	0,7	0,5	0,3	3,8
Maianthemum bifolium		0,6	0,8	2,1	1,0	1,1	0,8	
Equisetum sylvaticum		24,0	25,8	27,4	18,1	17,7	16,7	11,5
Oxalis acetosella		0,7	2,4	4,0	2,6	3,3	3,6	4,4
Calamagrostis obtusata		8,4	7,8	5,4	5,7	7,3	4,6	36,0
Stellaria bungeana			0,5	0,6	0,7			1,6
Athyrium filix-femina			5,9	6,9	4,9		5,3	
Trientalis europaea					0,1			
Circea alpina								2,8
Продукция, кг/га	M	991,4	856,5	1029,0	1214,0	834,7	1062,9	408,4
	m	117,6	129,2	119,8	156,9	113,9	178,5	104,9

Коренные леса отличаются большой устойчивостью и могут существовать без заметных изменений длительное время, о чем можно судить по таксационным показателям древостоя на постоянных пробных площадях до ветровала 1995 года. Подрост темнохвойных пород может очень долго (до 100 лет) существовать в угнетенном состоянии под материнскими деревьями. Только вывал деревьев и образование «окон» в древостое

позволяет молодому поколению резко увеличивать прирост и выходить в верхний ярус. Поэтому в «окнах» могут образовываться относительно одновозрастные группы деревьев, тогда как в целом древостою первобытного леса присуща разновозрастность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зубарева Р.С.* Лесорастительные условия и типы темнохвойных лесов горной полосы Среднего Урала // Типы и динамика лесов Урала и Зауралья. Свердловск: 1967. С. 13-87.

2. *Кирсанов В.А.* К изучению ценотических популяций лесообразующих древесных растений на пробных площадях (элементы методики) // Биогеоценологические исследования на Урале. Свердловск: 1982. С. 58-77.

3. *Турков В.Г., Колесников Б.П.* Очерк природы Висимского госзаповедника // Популяционные и биогеоценотические исследования в горных темнохвойных лесах Среднего Урала. Свердловск: 1977. С. 5-46..

4. *Турков В.Г., Туркова В.Г.* Пихтоельники липняковые южно-таежного Среднего Урала (классификация и общая характеристика) // Структура и динамика биогеоценозов Урала. Свердловск: 1985. С. 28-48.

5. *Фирсова В.П., Прокопович Е.В., Горячева Т.А.* Почвы основных типов лесов Висимского заповедника // 10 лет Висимскому государственному заповеднику. Свердловск: 1981. С. 34-36.

6. *Храмцова Н.Ф.* Статистический метод определения биопродуктивности травяных ценозов // Ботан. журн. 1974. Т. 59. № 6. С. 815-825.

7. *Чистякова А.А.* О жизненной форме и вегетативном разрастании липы сердцевидной // Бюл. МОИП. Отд. биологии. 1978. Т. 83. вып. 2. С. 129-138.

8. *Юнатов А.А.* Типы и содержание геоботанических исследований. Выбор пробных площадей и заложение экологических профилей // Полевая геоботаника. М.-Л.: Наука, 1964. С. 9-36.

PRIMEVAL FORESTS OF VISIMSKIY FEDERAL NATURE PRESEVE (ZAPOVEDNIK)

© 2012 R.Z. Sibgatullin

Visimskiy Federal Nature Biosphere Preseve (Zapovednik)

In this article we described character primeval of forests Visimskiy Federal Nature Preseve (Zapovednik)

Key words*: primeval forests, structure, dynamics.*

Sibgatullin Rustam Zinatovich, senior research assistant. E-mail: visimnauka@yandex.ru

УДК 581.524.343(045)

ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА СПЛОШНЫХ ВЫРУБКАХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ

© 2012 О.В. Сидорова

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова

Анализируется динамика растительного покрова сосняков чернично-зеленомошных после сплошных рубок. Показана поливариантность восстановительных сукцессий лесных сообществ.

Ключевые слова: *восстановительные сукцессии, сосняки чернично-зеленомошные, кипрейные вырубки, луговиковые вырубки, видовое богатство.*

Влияние рубок на лесную растительность и процессы восстановительных сукцессий в таежных лесах изучены многими учеными (Цветков, 2000; Крышень, 2006; Уланова, 2007 и др.). Несмотря на длительную историю лесоводческих исследований, до сих пор недостаточно освещены вопросы о закономерностях развития растительного покрова на вырубках. Можно отметить небольшое число работ, в которых приведены данные по динамике флористического состава и видового богатства (Жуковская, 2002; Крышень, 2006; Уланова, 2006). Скорость и характер изменения показателей лесных биогеоценозов после сплошной рубки зависят от условий экотопа, исходного состояния фитоценоза, параметров рубки, а также характера и степени нарушения почвенного покрова, особенностей смежных биогеоценозов.

В данной работе рассмотрены механизмы формирования растительного покрова на сплошных вырубках сосняков чернично-зеленомошных. Исследования проведены на территории Верхнетоемского и Красноборского районов Архангельской области (средняя подзона тайги).

После сплошной рубки сосняков чернично-зеленомошных, проведенной в весенне-летний период и сильно нарушевшей (75–80% площади) напочвенный и почвенный покровы, сформировались кипрейные сообщества (с доминированием *Chamaenerion angustifolium*). После зимней лесозаготовки, при которой нарушения напочвенного покрова были сравнительно незначительны (15–20% площади), образовались луговиковые ценозы (с преобладанием *Avenella flexuosa*). Несмотря на один тип исходного леса эти производные сообщества различались флористическим богатством, характером возобновления древесных пород, а также направлением восстановительных сукцессий на них.

На ранних этапах демутации *Chamaenerion angustifolium* и *Avenella flexuosa* проявляют черты эксплерентов, быстро захватывая освободившуюся территорию (Сидорова, 2005). Однако ценопопуляции иван-чая непродолжительное время господствуют на вырубках. На 5–6-й год, в связи с развитием кустарникового, а затем древесного яруса (7–10 лет), его постепенно вытесняют малина, ива, береза, а из трав – луговик извилистый, сохранившийся от исходного леса. В результате иван-чай переходит из доминантов в разряд сопутствующих видов и ведет себя как типичный эксплерент. Луговик же, образуя на вырубках сплошной покров, длительное время (6–7 лет) доминирует в травяном ярусе, проявляя черты виолента. Кроме того, он может длительное время существовать в лесу в виде вегетативных особей, что свойственно патиентам. Пластичность поведения способствует выживанию и процветанию этого вида на огромных территориях.

Видовое богатство сосудистых растений на кипрейных вырубках возрастает, а на луговиковых, напротив, снижается. Так, на площади размером 100 м^2 в исходном лесу насчитывается от 20 до 24 видов, а на 2–3-летних кипрейных вырубках – от 27 до 32 видов (рис. 1), луговиковых – от 17 до 20 (рис. 2).

Сидорова Оксана Владимировна, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и общей экологии, e-mail: ovsidorova@yandex.ru

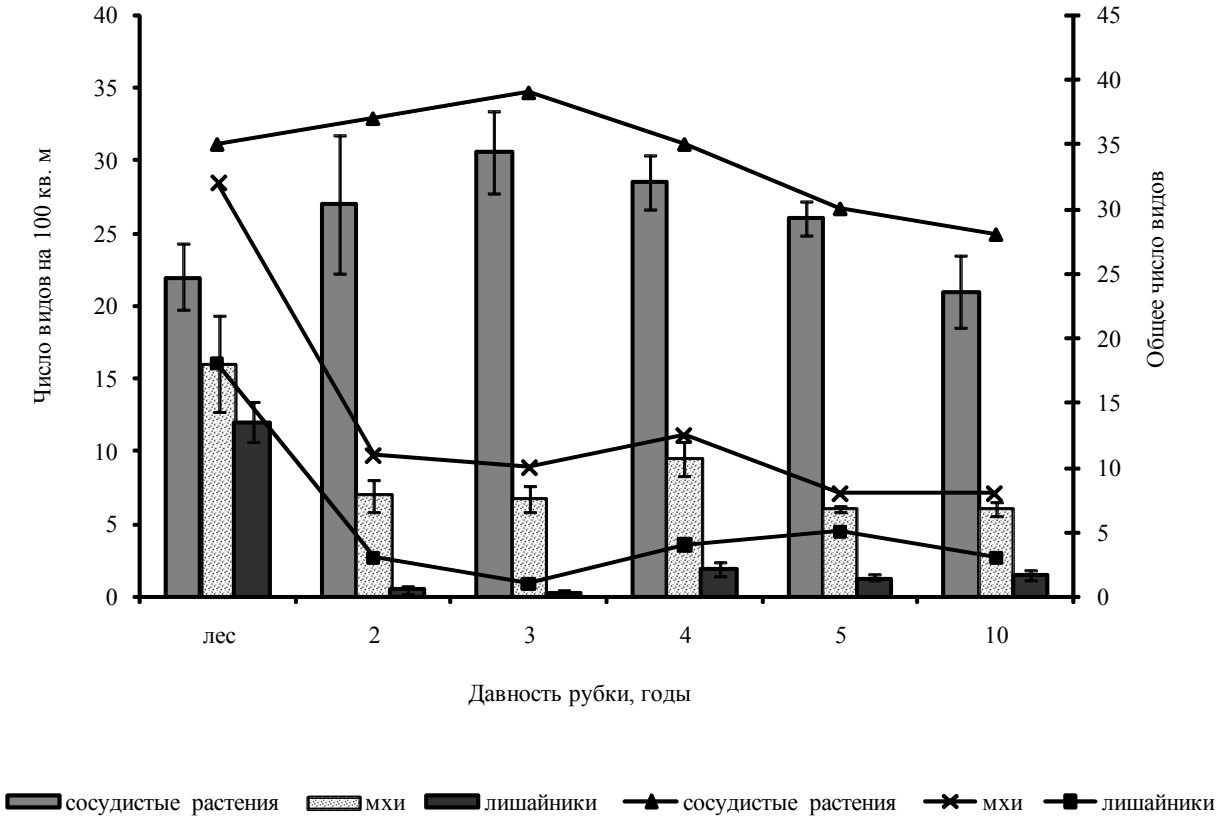


Рис. 1. Динамика видового богатства на кипрейных вырубках

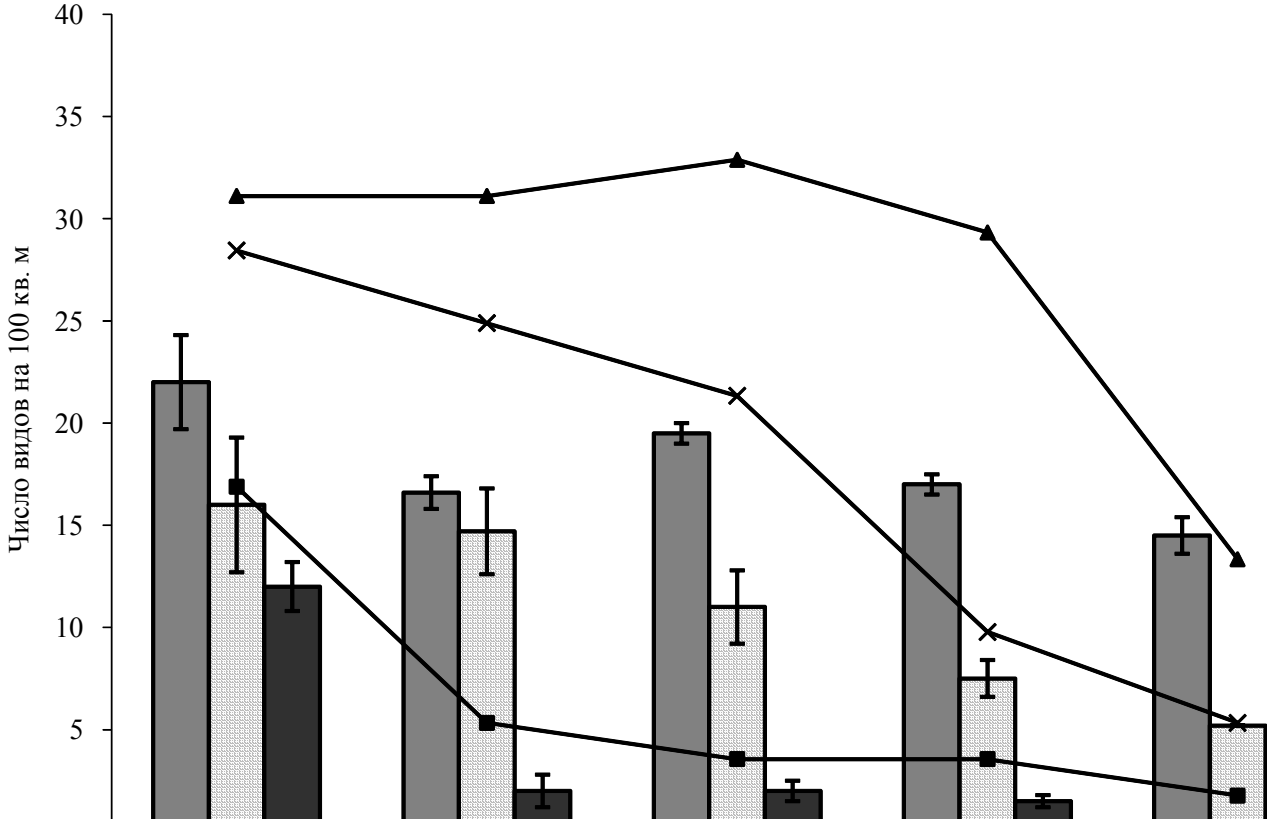


Рис. 2. Динамика видового богатства на луговиковых вырубках

Спектры жизненных форм, эколого-ценотических и экологических групп (по отношению к фактору увлажнения) сосудистых растений кипрейных и луговиковых вырубок близки между собой. Отличия наблюдаются в доле лугово-опушечных и сорных видов. В спектрах эколого-ценотических групп кипрейных вырубок участие сорных и лугово-опушечных видов выше по сравнению со спектрами луговиковых сообществ. Это связано с тем, что кипрейные сообщества формируются в условиях сильно нарушенного напочвенного покрова и почвы, где возможно поселение этих видов *(Alopecurus geniculatus, Epilobium adenocaulon, Erigeron acris* и др.). В спектрах луговиковых вырубок выше доля бореальных видов, что можно объяснить сохранением большей части видов в ходе рубки от исходного леса. В экологических спектрах вырубок преобладают мезофиты. Однако, в сообществах кипрейной серии относительно выше доля мезоксерофитов, а луговиковой – гигрофитов.

Моховой покров в сосняках чернично-зеленомошных хорошо развит и его общее проективное покрытие колеблется от 85% до 90%. В экологических спектрах мхов преобладают гигрофиты (40%) и мезофиты (32%). На вырубках снижается доля гигрофитов (в результате исчезновения *Climacium dendroides, Rhytidiadelphus triquetrus, Ptilium crista-castrensis*, некоторых представителей рода Sphagnum). Значительная часть видов, отмеченных на вырубках, это те, которые остались от исходного леса (*Pleurozium schreberi, Dicranum polysetum, Polytrichum commune, Aulacomnium palustre, Sphagnum warnstorfii*). По нарушениям почвы и на разрушающейся древесине появляются появляются *Ceratodon purpureus, Leptobrium pyriforme, Pohlia nutans* и др. Спектры экологических групп мхов на кипрейных вырубках отличаются высоким участием мезофитов, а луговиковых – гигрофитов, которые сохранились от исходного леса.

Видовое богатство лишайников на вырубках резко снижается. В основном здесь отмечены эпифитные формы, произрастающие на разрушающейся древесине (*Cladonia bacillaris*, *C. coniocraea).*

В сосняках чернично-зеленомошных подлесок представлен преимущественно рябиной (*Sorbus aucuparia*), ивой (*Salix caprea*), шиповником (*Rosa acicularis*), можжевельником (*Juniperus communis*). После сплошной рубки они появляются довольно быстро, однако их видовой состав, по сравнению с исходным лесом, несколько изменяется: исчезает можжевельник и появляется малина (*Rubus idaeus*). Максимальная численность подлесочных древесных растений наблюдается на 4-летних вырубках. Именно с этого времени они начинают составлять конкуренцию иван-чаю и луговику и выходить в первый ярус, формируя кратковременные сообщества. В дальнейшем кустарники не выдерживают конкуренции с деревьями и уступают место более конкурентоспособным видам.

На изученных вырубках возобновляются мелколиственные породы, но на кипрейных вырубках в подросте также высока доля сосны. Соотношение и численность подроста деревьев зависит от состава исходного древостоя и степени нарушения напочвенного и почвенного покровов в процессе рубки, а также от степени развития травяного покрова на вырубках. В сосняке исходном сосняке чернично-зеленомошном в подросте преобладает ель (*Picea obovata x P. abies*), в количестве 0,2−0,6 тыс. экз. на га возрастом 20-25 лет, средней высотой 1,34±0,07 м. Имеется редкий подрост березы пушистой и бородавчатой (*Betula pubescens, B. pendula*), в количестве 0,2−0,4 тыс. экз. на га, высотой от 2,56±0,51 м. Возобновление сосны (*Pinus sylvestris*) идет неудовлетворительно: 0,1−0,2 тыс. экз. на га, высотой от 1,19±0,21 м.

На кипрейных вырубках на сильно нарушенных участках почвы из семян возобновляются березы (*Betula pubescens, B. pendula*) и сосна (*Pinus sylvestris*). *B. pendula* уступает по численности *B. pubescens,* но она быстрее растет в высоту и скорее проходит начальные этапы онтогенеза, поэтому на 4–10-летних вырубках начинает преобладать *B. pubescens*. Самосев *Pinus sylvestris* появляется из семян, приносимых от семенных деревьев в первые годы после рубки. Максимальная его численность отмечена в 3-летних кипрейных сообществах. Размещение самосева по площади вырубки неравномерно. В ходе изучения луговиковых вырубок были обнаружены различные варианты их заселения

древесными породами. Если в исходном лесу в древостое присутствовала осина (*Populus tremula*), то она в первые годы активно заселяет вырубки многочисленной порослью. Плотность ценопопуляции в этот период очень высока и составляет 15–17 тыс. экз. на га при средней высоте 1,22±0,12 м. В случае отсутствия осины в древостое сосняков на луговиковых вырубках возобновляются березы пушистая и бородавчатая. Кроме того, от исходного леса сохраняется подрост ели высотой 0,62±0,16 м. Несмотря на наличие семян в почве самосев сосны редко встречается на этих вырубках.

Для оценки скорости сукцессионных изменений на вырубках, были рассчитаны коэффициент динамичности (D) и показатель накопления или потери видов (A) в сообществе (Титлянова, 1993). При D>1, число видов, изменяющих сообщество, больше числа видов, сохраняющих его, при D<1, наоборот. При A>1 виды в сообществе накапливаются, при A<1 – наоборот. Полученные данные показали (табл. 1), что на 2-летних кипрейных вырубках видовой состав меняется существенно. Затем, в течение нескольких лет (3-5-летние вырубки), он изменяется незначительно. К 10 годам после рубки происходит накопление видов в фитоценозах. На луговиковых вырубках флористический состав почти не изменяется, однако в первые 10 лет после рубки в сообществах происходит потеря видов.

Таблица 1. Показатели динамичности (D) и накопления (A) видов на вырубках

Сравниваемые сообщества (давность рубки, годы)	Лес-2	2-3	3-4	4-5	5-10
Кипрейные вырубки					
D	1,86	0,05	0,25	0,88	1,06
A	0,43	0,50	0,63	0,77	1,07
Луговиковые вырубки					
Сравниваемые сообщества (давность рубки, годы)	Лес-2	2-3	3-4	-*	4-10
D	0,25	0,23	0,42	-	0,32
A	0,09	0,29	0,22	-	0,16

Примечание: * нет данных.

Восстановление сосняков чернично-зеленомошных может проходить через стадии лиственных (березовых или осиновых) либо смешанных (сосново-березовых) насаждений. На кипрейных вырубках формируются смешанные (сосново-березовые) разнотравные сообщества, постепенно сменяющиеся березово-сосновыми чернично-разнотравно-зеленомошными лесами. Луговиковые вырубки активно заселяет осина порослевого происхождения, в результате бурного развития которой быстро формируются осинники разнотравные. В случае отсутствия в древостое сосняка чернично-зеленомошного осины, на луговиковых вырубках возобновляются березы. При этом восстановление древесного яруса несколько задерживается в результате сильного задернения вырубок луговиком извилистым. Возобновление сосны в этих сообществах незначительно. В результате на луговиковых вырубках, как правило, формируются мелколиственные леса с подростом ели, сохранившимся после рубки от исходного леса. В дальнейшем ель займет доминирующие позиции в древостое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Жуковская О.В.* Растительность вейниковых вырубок еловых лесов южной тайги европейской части России: Автореф. дис. … канд. биол. наук. М., 2002. 23 с.

2. *Крышень А.М.* Растительные сообщества вырубок Карелии. М.: Наука, 2006. 262 с.

3. *Сидорова О.В.* Демутации сосновых лесов на сплошных вырубках в Архангельской области: Автореф. дис. … канд. биол. наук. М., 2005. 22 с.

4. *Титлянова А.А., Миронычева-Токарева Н.П., Косых Н.П.* Сукцессия растительности // Сукцессии и биологический круговорот. Новосибирск: Наука, 1993. С. 14-36.

5. *Уланова Н.Г.* Восстановительная динамика растительности сплошных вырубок и массовых ветровалов в ельниках южной тайги (на примере европейской части России): Автореф. дис…. докт. биол. наук. М., 2006. 46 с.

6. *Уланова Н.Г.* Механизмы сукцессий растительности сплошных вырубок в ельниках южной тайги. // Актуальные проблемы геоботаники. Материалы III Всероссийской школы-конференции. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. С. 198-211.

7. *Цветков В.Ф.* Камо грядеши (Некоторые вопросы лесоведения и лесоводства на Европейском севере). Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2000. 253 с.

FEATURES OF REGENERATIVE DYNAMICS OF THE VEGETATIVE COVER ON CLEARINGS OF PINE FORESTS

© 2012 O.V. Sidorova

Northern (Arctic) federal university after M.V. Lomonosova

Dynamics of a vegetative cover of pine forests with a bluberry and true moss after cutting is analyzed. Different ways of regenerative successions of forest communities are shown.

Key words: *regenerative succession, pine forest with true moss, fireweed clearings, tufted hair grass clearings, species richness.*

Sidorova Oksana Vladimirovna, candidate of biology, reader of chair of botany and general ecology, E-mail: ovsidorova@yandex.ru

УДК 630*524,582

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ЛЕСНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ НА ПРИМЕРЕ УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2012 С.В. Тетюхин

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, г. Санкт-Петербург

Рассмотрена структура лесного фонда и проведен краткий анализ пространственно- временной динамики лесных растительных сообществ за 100-летний период в типичных насаждениях средней тайги северо-запада европейской части РФ.

Ключевые слова: *лесной фонд, покрытые лесной растительностью земли, лесоустройство.*

В состав учебно-опытного лесничества Ленинградской области включены бывшие лесохозяйственные предприятия: Охтинский учебно-опытный лесхоз (без городских лесов) и Лисинский учебно-опытный лесхоз общей площадью 29865 га. .Лесничество сформировано двумя несоприкасающимися лесными массивами расположенными в центральной части Ленинградской области (Рис. 1).

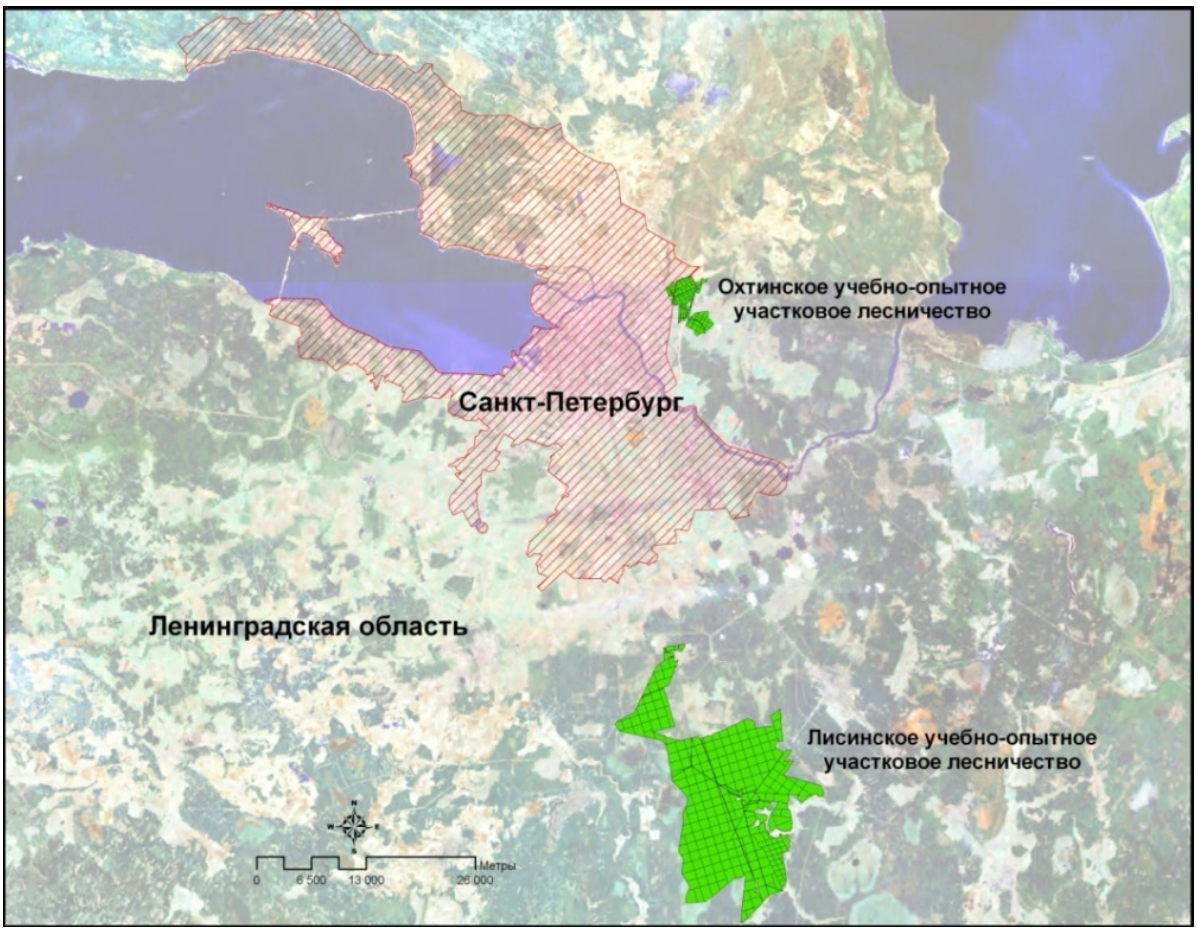


Рис.1. Местоположение учебно-опытного лесничества Ленинградской области (Охтинского, в составе Жерновского и Кудровского учебно-опытных участковых лесничеств и Лисинского, в составе Перинского, Лисинского и Кастенского учебно-опытных участковых лесничеств).

Тетюхин Сергей Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации, лесоустройства и ГИС Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета. E-mail: tsv1001@yandex.ru

В докладе рассматривается только Охтинское участковое учебно-опытное лесничество (бывшие Охтинская лесная дача, Охтинский учебно-опытный лесхоз), представляющее собой уникальный объект с наглядным примером длительного опытного ведения лесного хозяйства в типичных насаждениях средней тайги северо-запада европейской части РФ.

Охтинская дача впервые была выделена из окружающей территории при Ингерманландском межевании земель по р. Неве и Финскому заливу в 1748 г. и названа “дачей Охтинских военных поселений”.

В 1902 г Охтинская дача была передана из казенного лесного ведомства в непосредственное ведение и управление Санкт-Петербургского Императорского Лесного института для проведения практических занятий со студентами и научно-исследовательских работ.

При проведении лесоустроительных работ в 1903-1905 гг. весь массив Охтинской дачи был описан типологически, а также составлен план ведения лесного хозяйства по типам насаждений.

В 1958 г. было проведено лесоустройство по участковому методу, применительно к той специфической форме его, которая соответствует лесопарковому хозяйству зеленых зон.

Проводившиеся в дальнейшем очередные лесоустроительные работы принципиальной формы ведения лесного хозяйства не меняли и при разработке вопросов организации хозяйства исходили из целевого назначения лесного фонда: во-первых, как объекта лесопаркового характера; во-вторых, как закрепленной базы лесотехнической академии для проведения учебных и научно-исследовательских работ студентами и сотрудниками кафедр.

Первые лесоустроительные работы в лесничестве были выполнены в 1868 г., затем они проводились в 1882, 1896, 1904, 1920, 1924, 1938, 1946, 1954, 1958, 1970, 1981, 1992 и 2004 годах. Перевод этих данных в компьютерную форму позволил создать геоинформационную систему Охтинского учебно-опытного лесничества и тем самым решать широкий круг разнообразных научно-прикладных задач.

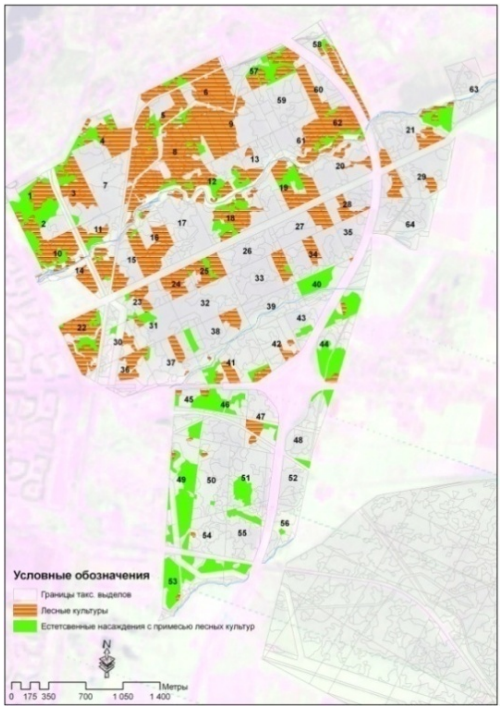
Интеграция в ГИС электронных картографических материалов лесоустройства 2004 г. (ФГУП “Севзаплеспроект”, 2005) обеспечила преемственность и сопоставимость ранее созданных картографических и атрибутивных данных.

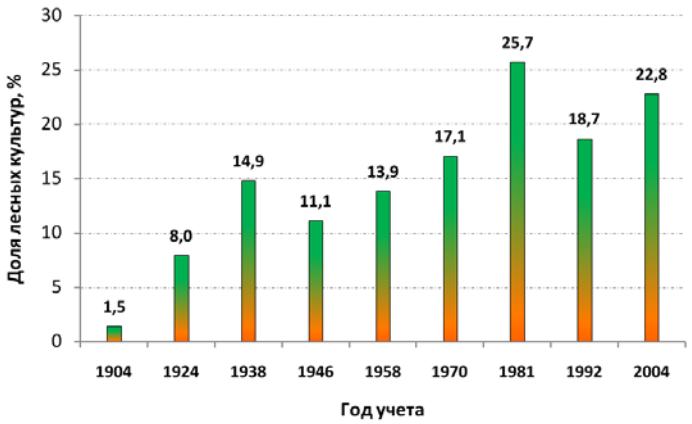
Далее приводятся некоторые результаты пространственно-временной динамики лесного фонда лесничества.

Величина покрытых лесной растительностью земель, с 1904 по 1924 г уменьшились на 10% из-за интенсивных рубок во время Первой мировой и гражданской войн 1914-1920 гг. За годы Великой Отечественной войны в результате бессистемных рубок она вновь снизилась на 7%. За двенадцать лет, с 1946 г. при неизменной величине лесной площади, не покрытая лесной растительностью площадь уменьшилась в 6,3 раза и почти была ликвидирована, а лесопокрытая увеличилась на 26% и в 1958 г. составила 86% общей площади лесничества. Уже к 1960-1965 гг. практически все не покрытые лесной растительность земли - пустыри, прогалины, не возобновившиеся вырубки, редины были облесены.

Из покрытых лесной растительностью земель выделяются участки лесных культур - лесных насаждений, созданных путем посадки или посева древесных пород и переведенных в установленном порядке в покрытые лесной растительностью земли при достижении ими таксационных показателей, установленных Правилами лесовосстановления (Рис. 2).

Основными лесообразующими породами на территории лесничества являются сосна, ель и береза, занимающие по данным последнего учета соответственно 56,6%, 6,2% и 31,6% покрытых лесной растительностью земель. На долю осины, ольхи серой, тополя, лиственницы, дуба, вяза, клена ясеня приходится всего 5,6%. Древесные породы в составе образуют в основном смешанные насаждения, и только сосняки на значительной площади представлены чистыми по составу древостоями.





А) Б)

Рис.2. а) Лесные культуры и естественные насаждения с примесью культур по учету 2004 г.; б) Доля лесных культур по площади в процентах от покрытых лесной растительностью земель по материалам лесоустройства 1904-2004 гг.

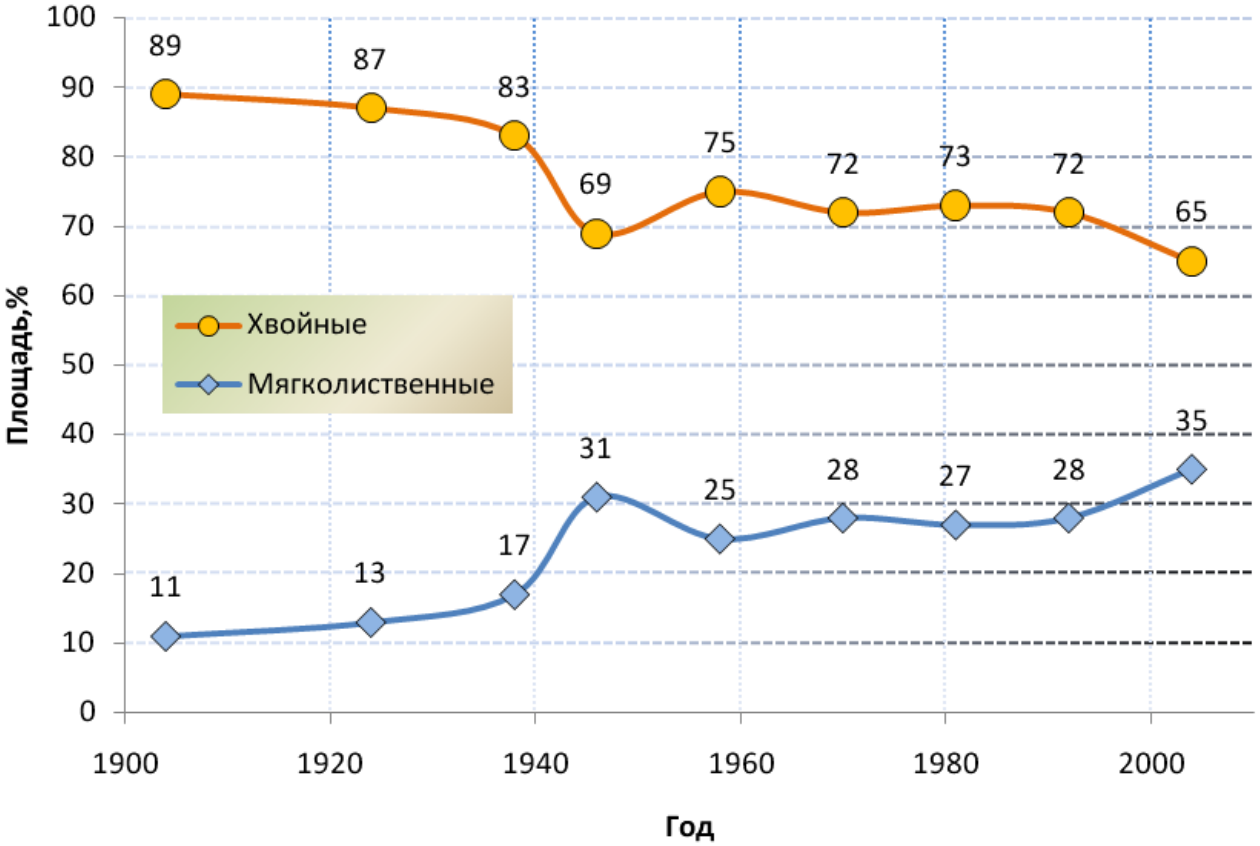


Рис. 3. Динамика доли хвойных и мягколиственных пород по площади в лесном фонде лесничества.

Приведенные на рис.3 данные показывают, что с 1904 г. по 2004 г. в лесничестве происходило постепенное уменьшение доли хвойных пород. Резкое падение процента

хвойных с 1938 по 1946 г. объясняется в первую очередь бессистемными рубками военного времени и естественным заращиванием вырубок мягколиственными породами.

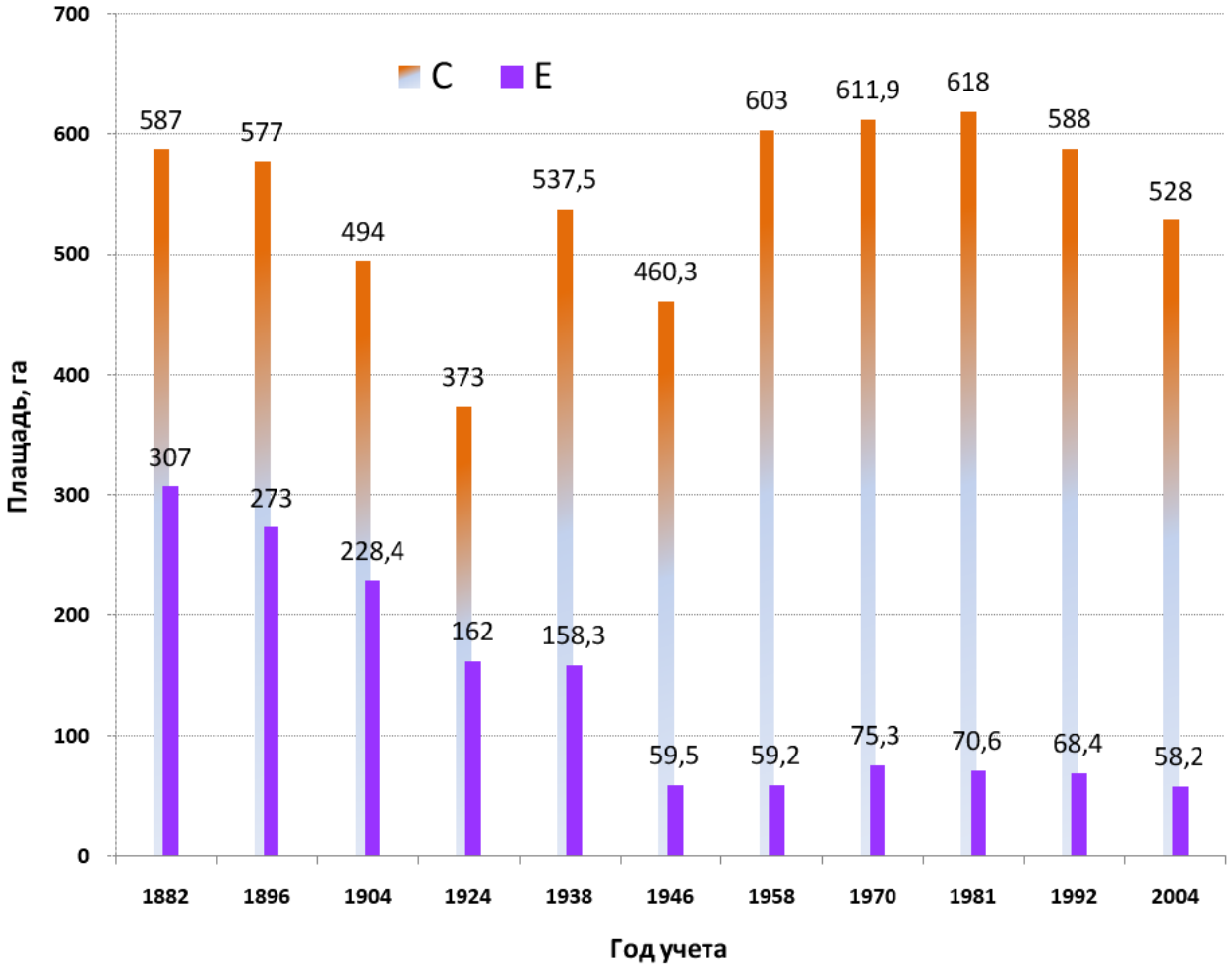
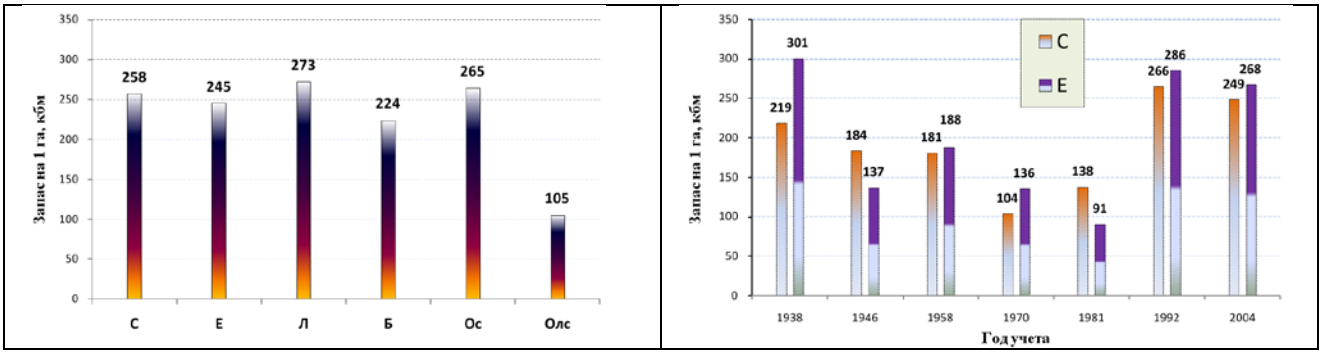


Рис. 4. Динамика сосняков и ельников в лесном фонде лесничества.

На рис.4 приведена динамика покрытых лесной растительностью земель занятых ельниками и сосняками по годам учета. Если площадь сосняков, несмотря на военные периоды времени, с 1904 по 1958 г. возросла с 494 до 603 га, т. е. на 22%, и достигла максимальной величины по данным учета в 1981 г., то площадь занимаемая ельниками сократились в 3,5 раза. Прогрессирующее уплотнение почвы, загрязнение атмосферы вредными газовыми выбросами транспорта и промышленных предприятий, недостаточное хозяйственное вмешательство, значительная жизнестойкость мягколиственных древесных пород и целый ряд других причин, привели к резкому сокращению насаждений ели - от 26% в 1924 г. до 5,6% в 2004 г., и увеличению доли участия насаждений березы, осины, ольхи серой с 11% в 1904 г. до 35% в 2004 г. (рис. 4).

Увеличение площади мягколиственных пород произошло в первую очередь за счет сокращения доли ельников. Причем, естественный процесс смены пород носил интенсивный характер. Резкое сокращение ельников, произошедшее в 1938-1946 гг. было связано с:

а) засушливыми годами (1932, 1937 и 1938 гг.);
б) низкими температурами зимы 1939/40 гг.;
в) бессистемными рубками военного времени;
г) большим ураганом 1946 г., вывалившим более 15 тыс. еловых деревьев;
д) неблагоприятным влиянием дымовых газов промышленных предприятий Ленинграда, особенно Охтинского химкомбината, расположенного в тот период вблизи лесничества.



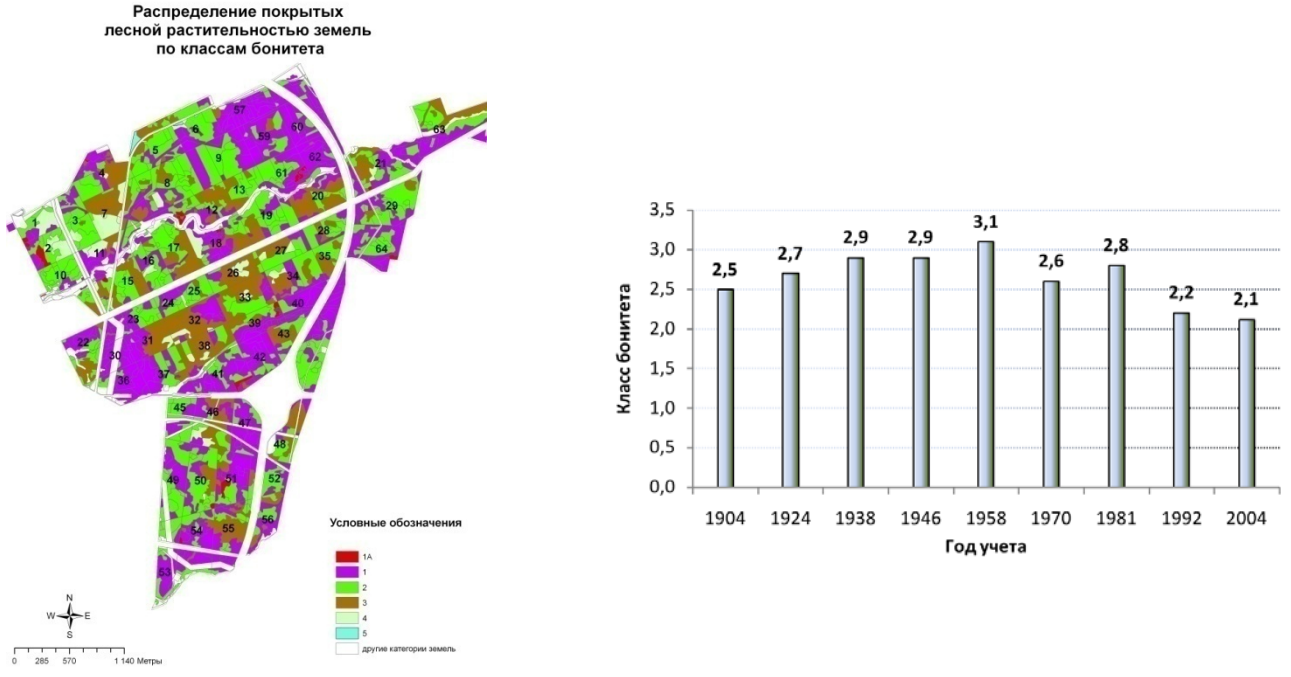
А) Б)

Рис. 5. Средний запас на 1 га: а) По учету на 2004 г.; б) Сосняки и ельники в возрасте 100 лет по годам учета.

В 1904 г. древостоями с максимальной производительностью являлись смешанные елово-сосновые. В 1958 г. отмечалось, что наибольший средний запас на 1 га имеют еловые древостои, значительно ниже средний запас на 1 га сосновых и еще ниже средний запас на 1 га у мягколиственных пород. Объяснялось это в первую очередь средним возрастом насаждений. В 1958 г. средний возраст ельников был ранен 84 годам, сосняков - 55, березняков - 24, а у древостоев с преобладанием осины и ольхи – 26. По учету на 2004 г. (рис.5 а) наибольший средний запас на 1 га оказался у лиственничников, затем в древостоях с преобладанием осины, занимающих участки с лучшими условиями местопроизрастания, и только затем в древостоях с преобладанием по составу сосны и березы.

Проведенный лесоустройством 2004 г. анализ распределения по площади возрастных групп (в пределах всего лесничества) показал, что подавляющую часть покрытых лесной растительностью земель занимают средневозрастные насаждения – 72,6%, из них хвойные – 33,2%, мягколиственные – 39,2%.

В целом по лесничеству по материалам лесоустройства высокобонитетные древостои $1^{а}$- 3 классов бонитета занимают 78 % лесопокрытой площади, древостои 4-5-го - 19 % и $5^{а}$ - $5^{б}$ классов - 3 %. Динамика среднего класс бонитета по всем породам и годам учета приведена на рис. 6 б, а пространственное распределение таксационных выделов по классам бонитета на рис . 6 а.



А) **Б)**

Рис. 6. Продуктивность лесного фонда: а) Распределение покрытых лесной растительностью земель по классам бонитета; б) Динамика среднего класса бонитета.

При лесоустройстве в бореальных лесах РФ напочвенный покров используется для характеристики почвенных условий, при этом широкое распространение получила схема типов леса, разработанная акад. В. Н. Сукачевым в 1926 г., и основанная на характеристике напочвенного покрова.

В условиях Охтинского лесничества высокопроизводительные древостои кисличной группы занимают 35,8 % площади, а наибольшее распространение имеют черничные типы леса (черничная свежая (43,3 %) и черничная влажная (18,2 %).

Динамика структуры лесного фонда Охтинского учебного лесничества за весь период наблюдений, свидетельствует о том, что отнесение лесного фонда лесничества к лесам зеленой зоны г. Ленинграда, обеспечившего запрет на проведение рубок главного пользования, положительно сказалось на структуре лесного фонда. По средним таксационным показателям лесничество представляет собой типичный для условий средней тайги объект с многолетним хозяйственным воздействием, а преобладание черничной и кисличной групп типов леса указывает на достаточно хорошие для лесовыращивания лесорастительные условия.

В тоже время, наличие значительных площадей местообитаний с длительным или постоянным избыточным увлажнением негативно влияет на развитие научного, учебного и рекреационного потенциала лесничества. Наблюдается постоянное в течение последних 2-х ревизионных периодов (более 20 лет) сокращение доли сосняков с увеличением площади мягколиственных пород, вызванной, в том числе и отсутствием в последние два ревизионных периода работ по воспроизводству лесов целевыми породами.

DYNAMICS OF THE FOREST RESOURCES OF OHTA RESEARCH AND EXPERIMENTAL FOREST 100 YEARS PERIOD

© 2012 S. Tetioukhine

St. Petersburg State Forest Technical University

In this article we described dynamics of the forest resources of Ohta research and experimental forest 100 years period.

Key words: Forest fund , Stocked forest lands, forest inventory .

S. Tetioukhine, Professor Associate, Department of Forest Menstruation, Inventory and Geoinformation Systems St. Petersburg State Forest Technical University, E-mail: tsv1001@yandex.ru

УДК 581.55

УЧАСТИЕ МЕЛКОЛИСТВЕННЫХ ПОРОД В ЗАРАСТАНИИ СУХОДОЛЬНЫХ ЛУГОВ

© 2012 М.Ю. Тиходеева, В.Х. Лебедева

Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

Продемонстрированы особенности в преобразовании растительности в ходе деградации лугов с участием березы пушистой (*Betula pubescens*), осины (*Populus tremula*) и ольхи серой (*Alnus incana*). Выявлен ряд усиления влияния на растительность суходольных лугов: береза пушистая — осина — ольха серая.

Ключевые слова: *структура сообществ, биотоп, эдификатор, луга, леса*

Изменение характера антропогенной эксплуатации природных территорий сопровождается преобразованием и сменой растительных сообществ. Особенно ярко эти изменения проявляются в тех типах растительности, происхождение которых непосредственно связано с деятельностью человека. Одним из примеров такой растительности на северо-западе европейской части России являются суходольные луга, изначально предназначенные под сенокосные и выпасные угодья. В настоящее время повсеместно можно наблюдать увеличение площадей, представляющих собой заброшенные сенокосные угодья, деградирующие выпасные луга и залежи. При прекращении их регулярной эксплуатации происходит интенсивное зарастание разными кустарниковыми и древесными породами, в первую очередь, мелколиственными с эксплерентным типом стратегии: березой, осиной, ольхой серой, ивой. При этом начинаются процессы восстановительной сукцессии, в конечном итоге приводящие к постепенному переходу некогда преобразованной человеком растительности (суходольных лугов) к коренному лесному типу. Процессы формирования древесных сообществ на месте луговых неизбежно сопровождаются изменением условий биотопа (под биотопом понимается совокупность факторов среды, трансформируемых биоценозом, в частности растительностью): преобразуется режим увлажнения, освещения, почвенного плодородия, что в конечном итоге приводит к кардинальным изменениям в составе и структуре растительного покрова.

Цель данной работы – выявить особенности преобразования растительного покрова суходольных лугов после полного прекращения их эксплуатации и началом зарастания березой пушистой (*Betula pubescens*), осиной (*Populus tremula*) и ольхой серой (*Alnus incana*) вплоть до формирования лесного типа растительности. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи: оценка влияния березы пушистой, осины, ольхи серой на изменение биотопических показателей (условий освещения, влажности, температурного режима воздуха, почвы и подстилки); анализ интенсивности влияния древесных пород при разных сроках зарастания; выявление индивидуальных особенностей влияния этих пород на преобразование лугового растительного покрова.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2008-2011 гг. на некогда косимых суходольных и выпасных лугах, а в настоящее время являющихся частью территории Нижне-Свирского государственного природного заповедника. Растительность заповедника типична для Ленинградской области и представлена преимущественно лесами и болотами, лугов мало. И они представляют собой остатки некогда обширных суходольных лугов, сформировавшихся в результате хозяйственной деятельности человека вблизи ранее существовавших деревень. После организации заповедника в 1980 г. и, как следствие, общего переселения местных жителей и прекращения эксплуатации, в

Тиходеева Марина Юрьевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геоботаники СПбГУ, E-mail: marinaur@list.ru; *Лебедева Вера Христофоровна*, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геоботаники СПбГУ, E-mail: vera_christ@mail.ru

первую очередь сенокошения и выпаса, луга стали постепенно деградировать, зарастая мелколиственными породами – ольхой, осиной, березой и ивой. На сегодняшний день в заповед-нике сохранились значительные массивы луговой растительности лишь в окрестностях урочища Лахта. Они представляют собой крупнотравно-лисохвостные луговые сообщества, которые можно отнести к ассоциации *Alopecuretum pratensis*, близкой по флористическому составу к асс. *Cerastio-Deschampsietum* [2]. В их составе помимо лисохвоста *Alopecurus pratensis* (встречаемость N=0,92, покрытие максимальное/среднее (%) S=80/25), преобладает *Anthriscus sylvestris* (N=0,9, S=40/12), *Veronica chamaedrys* (N=0,91, S=60/17), *Angelica sylvestris* (N=0,88, S=60/13), *Ranunculus acris* (N=0,71, S=40/10), *Melampyrum nemorosum* (N=0,8, S=40/14), *Centaurea phrygia* (N=0,62, S=70/17). Заметную роль в покрове играют злаки: *Festuca pratensis* (N=0,78, S=70/21) и *F. rubra* (N=0,86, S=45/14), *Poa pratensis* (N=0,87, S=35/12), *Agrostis tenuis* (N=0,64, S=50/12), *Phleum pratense* (N=0,53, S=60/13). Особое внимание следует обратить на тот факт, что при описании этих лугов 20 лет назад, М. С. Боч и В. И. Василевич [1] отмечали доминирование щучки *Deschampsia cespitosa*. Сейчас встречаемость щучки в описаниях едва достигает 20%, а ее покрытие в среднем не превышает 9%. Традиционно считается, что после прекращения хозяйственной деятельности (сенокошения) на таких лугах должно возрастать участие плотнодерновинных злаков, к каким относится щучка, и резко сокращаться роль рыхлодерновинных злаков – лисохвоста, тимофеевки, мятлика. Мы наблюдаем другую картину. Вероятно, до организации заповедника эти луга больше эксплуатировались под выпас, чем под сенокошение, и прекращение пастбищной дигрессии дало возможность развиться рыхлодерновинным видам, которые оказались в данных условиях конкурентно способными и стали вытеснять щучку.

Для изучения изменения показателей биотопа и растительности под влиянием березы, осины и ольхи в луговых фитоценозах выделялись зоны с разным сроком зарастания, представляющие собой суходольный луг и синузии исследуемых мелколиственных пород в возрасте 10, 20, 40 и 60 лет. При описании древостоя указывался породный состав, возраст, высота, диаметр стволов деревьев и их плотность, учитывалось состояние и обилие подроста и подлеска. Подрост был представлен березой и елью, а в составе подлеска были отмечены ива козья (*Salix caprea*), рябина *(Sorbus aucuparia)*, черемуха *(Padus avium*). В каждой зоне с помощью цифрового фотоаппарата измерялась сквозистость, с использованием термогигрометра определялась температура и влажность почвы, подстилки и воздуха. На учетных площадках 0,1 м² фиксировалось обилие и видовой состав травостоя, покрытие и толщина опада и ветоши (всего описано более 1500 учетных площадок). При обработке собранных материалов использовались методы дисперсионного анализа: значения квадратов корреляционных отношений (η^2) показали силу влияния, а коэффициент корреляции Пирсона (r) и тренд эмпирических линий регрессии определили знак связи [4]. Сравнительный анализ преобразования луговой растительности в процессе зарастания березой, осиной и ольхой проводили с использованием коэффициентов флористического сходства Съеренсена и ценотического сходства Глизона.

Осина (*Populus tremula*) благодаря способности к быстрому размножению и росту является типично пионерной породой. Это дерево первой величины, но живет сравнительно недолго. Редко можно встретить осинники, возраст основного древостоя в которых превышает столетний возрастной рубеж. Из-за подверженности заражению сердцевинной гнилью, вызываемой осиновым трутовиком (*Phellinus tremulae*), осинники часто бывают фаутными (с низкой товарностью древостоев) и степень пораженности насаждений старшего возраста может достигать 70-80% и более. Следует отметить, что исследуемые нами осинники на территории Нижне-Свирского заповедника не выглядят фаутными, и в их древесине не было замечено следов сердцевинной гнили. Осина способна развивать мощную корневую систему, состоящую из корней, уходящих вглубь почвы более чем на 1м, и поверхностных корней, которые расходятся далеко в стороны (до 50м и более) за пределы кроны. При усилении доступа света к поверхности почвы на этих корнях начинают

развиваться многочисленные придаточные почки, способные образовывать обильную поросль. Осина - быстрорастущая порода и к 15-20-ти годам вступает в пору плодоношения, плодоносит почти ежегодно, выпуская колоссальное количество мелких летучих семян. Но размножается преимущественно корневыми отпрысками. На одном корне образуется несколько десятков корневых отпрысков, и появиться они могут за десятки метров от материнского дерева [6]. Благодаря таким способностям осина первой заселяет заброшенные пашни, вырубки и пожарища.

Береза пушистая (*Betula pubescens*), как и осина, принадлежит к светолюбивым породам и является пионерным видом, способным быстро осваивать территории, освободившиеся после нарушений (пожаров и вырубок), при зарастании залежей и заброшенных пастбищных и сенокосных угодий. Ее мелкие и легкие плоды-крылатки хорошо разносятся ветром и, прилипая к почве, быстро прорастают. Береза способна также возобновляться вегетативно, образуя обильную поросль из спящих почек на пне. Она относится к быстрорастущим породам и при благоприятных условиях к 5-летнему возрасту достигает 2,5м высоты, к 10-ти годам — 5-6м, а к 50-ти годам ее высота доходит до 25м. Цвести и плодоносить начинает обычно в 20-30 лет. Долговечность березы невелика, в древостоях она обычно доживает до 80-100 лет, но известны экземпляры и 200-летнего возраста.

Ольха серая *(Alnus incana)* — дерево второй величины с искривленным стволом, покрытым серой гладкой корой. Ее скорость роста еще выше, чем у березы и осины, но по своим размерам и долговечности она, безусловно, им уступает. Плодоносить ольха серая начинает с 8-10 лет, живет около 70 лет. Ее корни не углубляются далеко в почву, а широко расстилаются в стороны. Активному распространению и завоеванию новых территорий ольхе серой способствует возможность образовывать многочисленные корневые отпрыски, но, в отличие от осины, они не отходят от материнского дерева дальше, чем на 5-6м. Также как осина и береза, она способна давать обильную поросль от пня.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали наши исследования, при формировании древесного яруса осины максимальная плотность (12000 шт./га) наблюдается в 20-летней синузии. Это инвазионная стадия развития, для нее свойственно превалирование верхушечного роста. Здесь еще нет дифференциации деревьев, конкуренция выражена слабо. В 40-летних древостоях наблюдается разрастание крон в ширину, происходит разделение особей на господствующие и угнетенные, возрастает конкуренция, наблюдается элиминация угнетенных особей и, как следствие, снижение плотности древостоя (до 2900 шт./га). В 60-летней синузии плотность осины продолжает снижаться, при этом сохраняются только господствующие особи. Последующее разреживание (80-летняя синузия) сопровождается вхождением осины в стадию естественного отмирания, что сопровождается разрушением целостности древостоя и образованием прорывов («окон») в его пологе. Такие изменения отражаются и на условиях освещения: наименьшая сквозистость (освещенность) зафиксирована в 40-летней синузии (24%), к 60 годам она возросла до 30% и достигла максимума в 80-ти летней синузии (40%). Аналогичные изменения происходят и в процессе развития березняка (рис. 1).

При разрастании ольховых синузий с возрастом, в отличие от осинника и березняка, прослеживается неуклонный рост плотности древостоя, и постепенное снижение уровня освещения. При 20-летнем сроке зарастания сквозистость составляет всего 45% от освещенности луга, а в 60 лет снижается уже до 10% (рис. 1). Это происходит за счет способности ольхи серой развивать возобновление на фоне все более плотного смыкания собственных крон. В 60-летнем древостое, не смотря на активно идущие процессы отмирания отдельных стволов, их место тут же занимает обильная молодая поросль.

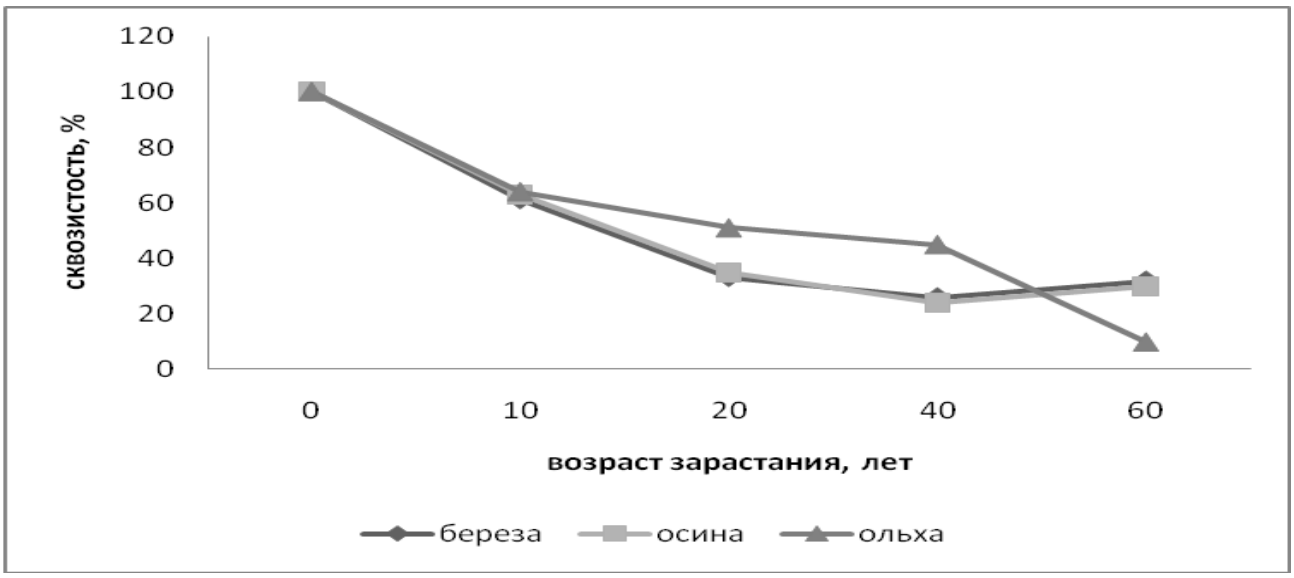


Рис 1. Изменение сквозистости с возрастом зарастания суходольного луга березой, осиной, ольхой серой

В ходе зарастания луга древесными породами наблюдается тенденция к снижению температуры и увеличению влажности на всех уровнях (воздуха, над подстилкой, в подстилке, в почве) (табл. 1).

Таблица 1. Параметры биотопа луга и 60-летних синузий березы, осины и ольхи

Параметры		**Луг/Береза**	**Луг/Осина**	**Луг/Ольха**
Сквозистость, %		98/31	98/30	96/10
Воздух	температура, С°	31/27	24/21	27/21
	влажность, %	56/62	55/67	50/76
Подстилка	температура, С°	27/26	25/18	26/21
	влажность, %	89/69	79/92	72/87
Почва	температура, С°	24/26	22/18	26/22
	влажность, %	76/73	80/93	78/86
Проективное покрытие опада, %		0/78	1/74	0/100
Проективное покрытие ветоши, %		83/23	85/8	84/0

Примечание: в таблице представлены средние значения из 25 измерений.

Развитие древесных сообществ определяет характер и обилие подстилки: количество опада возрастает, а ветоши – снижается (табл. 1). В сероольшанике покрытие опада достигает 100%, мощность подстилки за счет накопления древесного опада по сравнению с лугом возрастает в 3 раза, доля ветоши при этом снижается в десятки раз. В осиннике и березняке толщина подстилки за счет быстрого разложения листового опада меньше, чем в сероольшанике, а из-за резкого снижения ветоши меньше, чем на и лугу.

Интенсивное формирование подлеска из рябины, черемухи и березы наблюдается в 40-летнем осиннике и березняке. Его роль по мере старения и разреживания древесного яруса постоянно возрастает, меняется при этом и состав: к 60-летнему возрасту в 2 раза увеличивается участие березы и развивается 20-30-летний подрост ели с плотностью 200 шт./га. Наличие устойчивого подроста ели свидетельствует о начальных этапах развития коренного елового леса. В подлеске ольшаника отмечены ива козья, рябина и черемуха. Плотность подлеска в 60-летнем ольшанике для экземпляров высотой от 3 м достигает 4400 шт./га. Подрост ели здесь отсутствует. Накопление листового опада в подстилке и сильное

затенение препятствуют прорастанию семян ели и развитию ее подроста, что вызывает в сероольшанике блокировку автогенной сукцессии, направленной на формирование коренного ельника.

В ходе развития на месте суходольного луга березняка, осинника и сероольшаника наблюдаются существенные изменения в напочвенном покрове. За счет снижения освещенности, а в случае сероольшаника – увеличения обилия листового опада и накопления подстилки – происходит подавление развития травянистой растительности: достоверно снижается общее проективное покрытие, высота и покрытие трав. Анализ влияния на совокупность всех видов напочвенного покрова (отношение суммы факториальных дисперсий всех видов под влиянием изучаемой породы к сумме общих дисперсий) показал, что наиболее слабое воздействие оказывает береза, а наиболее сильное – ольха (табл. 2).

Таблица 2. Влияние березы, осины и ольхи на параметры растительности и биотопа

	Береза		**Осина**		**Ольха**	
Параметры	**η^2**	**r**	**η^2**	**r**	**η^2**	**r**
Общее ПП	**0,64**	**-0,35**	**0,34**	**-0,45**	**0,82**	**-0,82**
ПП трав	**0,66**	**-0,28**	**0,35**	**-0,47**	**0,78**	**-0,78**
ПП мхов	0,02	0,05	**0,12**	**0,25**	**0,40**	**-0,44**
Высота травостоя	-	-	**0,68**	**-0,76**	**0,82**	**-0,44**
ПП опада	**0,82**	**0,51**	**0,78**	**0,73**	**0,94**	**0,93**
ПП ветоши	**0,78**	**-0,44**	**0,89**	**-0,81**	**0,85**	**-0,91**
Толщина подстилки	**0,71**	**-0,50**	**0,45**	**-0,42**	**0,65**	**0,71**
Число видов / 0,1 м²	**0,54**	**-0,31**	0,01	-0,09	**0,86**	**-0,88**
Совокупность видов	**0,13**		**0,38**		**0,70**	

Примечание: ПП – проективное покрытие, η^2 - квадрат корреляционного отношения, влияющий фактор – зоны (возраст зарастания); r – коэффициент корреляции Пирсона; значения, достоверные на уровне значимости 0,95, выделены жирным шрифтом.

Что касается изменения видового разнообразия и обилия отдельных видов, то прослеживается некоторая разнохарактерность влияния березы, осины и ольхи на эти показатели. Так, **ольха** негативно влияет на видовое разнообразие (табл. 2). Среднее число видов на площадке в 0,1м² падает с 13 на лугу до 2-х под пологом ольхи; для 70% видов обнаружено достоверное отрицательное влияние, и только 10% видов демонстрируют положительную связь. Особенно негативное воздействие оказывает развивающийся ольшаник на гелиофитные виды лугов: *Phleum pratense* (η^2=(-)0,30), *Poa pratensis* (η^2=(-)0,53), *Deschampsia cespitosa* (η^2=(-)0,44*), Centaurea jacea* (η^2=(-)0,59), *Ranunculus acris* (η^2=(-)0,37), *Lathyrus pratensis* (η^2=(-)0,29). Квадраты корреляционных отношений не имеют знаков, но нам очень важен характер связи, поэтому мы приводим условные знаки связи в скобках, которые устанавливались по коэффициентам корреляции Пирсона и наклону эмпирических линий регрессии. Анализ линий регрессии эколого-морфологических групп видов показывает, что обилие видов лугового разнотравья и граминоидов (злаков, осок, ситников) неуклонно падает, достигая нулевой отметки в 60-летнем ольшанике, а лесные виды, появившись под кроной ольхи, по ходу возрастания сроков зарастания, увеличивают свое участие: *Oxalis acetosella* (η^2=(+)0,45), *Moehringia trinervia* (η^2=(+)0,42). Семигелиофитные виды лугового крупнотравья (*Anthriscus sylvestris, Filipendula ulmaria, Angelica sylvestris*) наиболее обильны на краю луга в зоне притенения ольхой. Здесь за счет снижения обилия злаков, уменьшается плотность луговой дернины и для этих видов складываются оптимальные условия. Аналогичным образом ведут себя зеленые мхи – представители рр. *Plagiomnium* и *Aulacomnium.* В зоне развитого ольхового древостоя их появлению препятствует обильный листовой опад, а на лугу – мощная злаковая дернина. Подобные ольшаники были описаны ранее и отнесены к типу *Alnus incana* –

Oxalis acetosella [3], для которого характерна значительная примесь черемухи и слабое развитие травяно-кустарничкового яруса, основу которого составляют *Oxalis acetosella* и *Majantemum bifolium*.

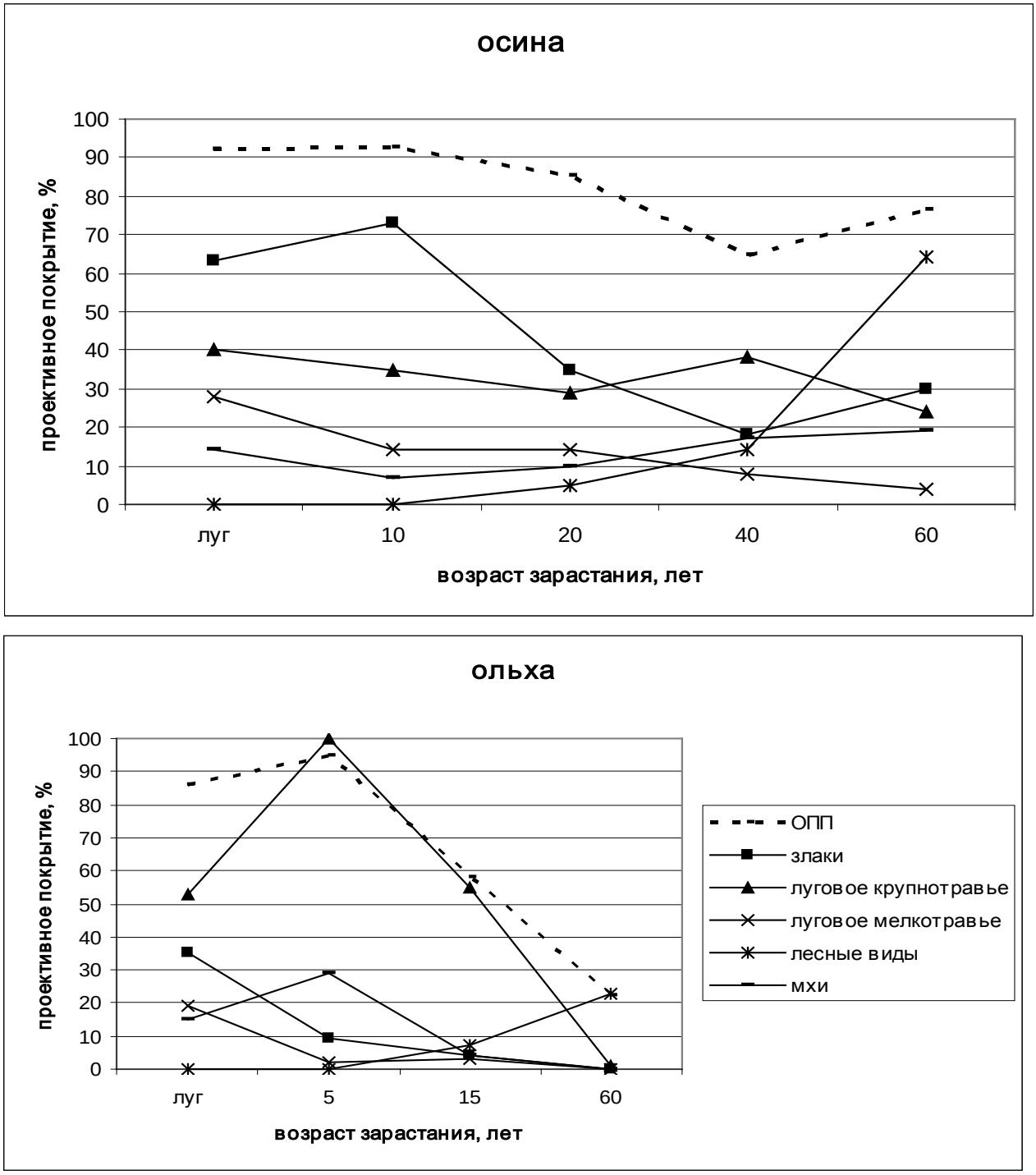
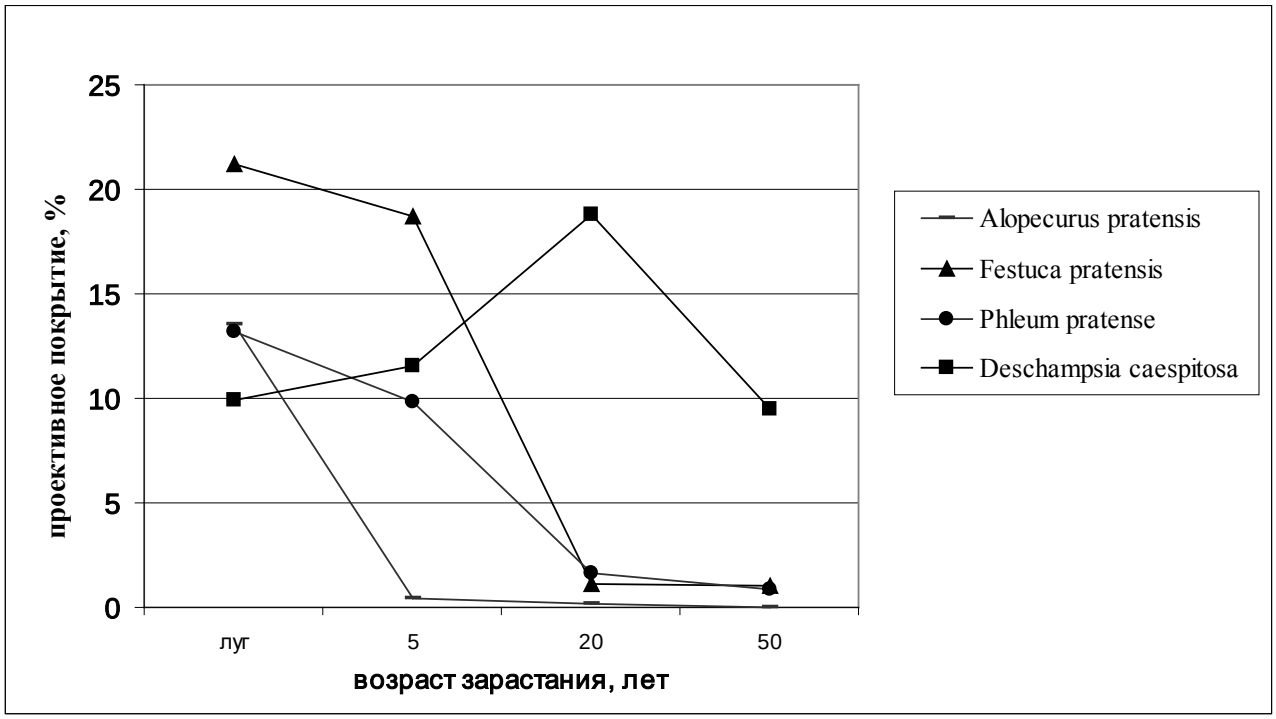


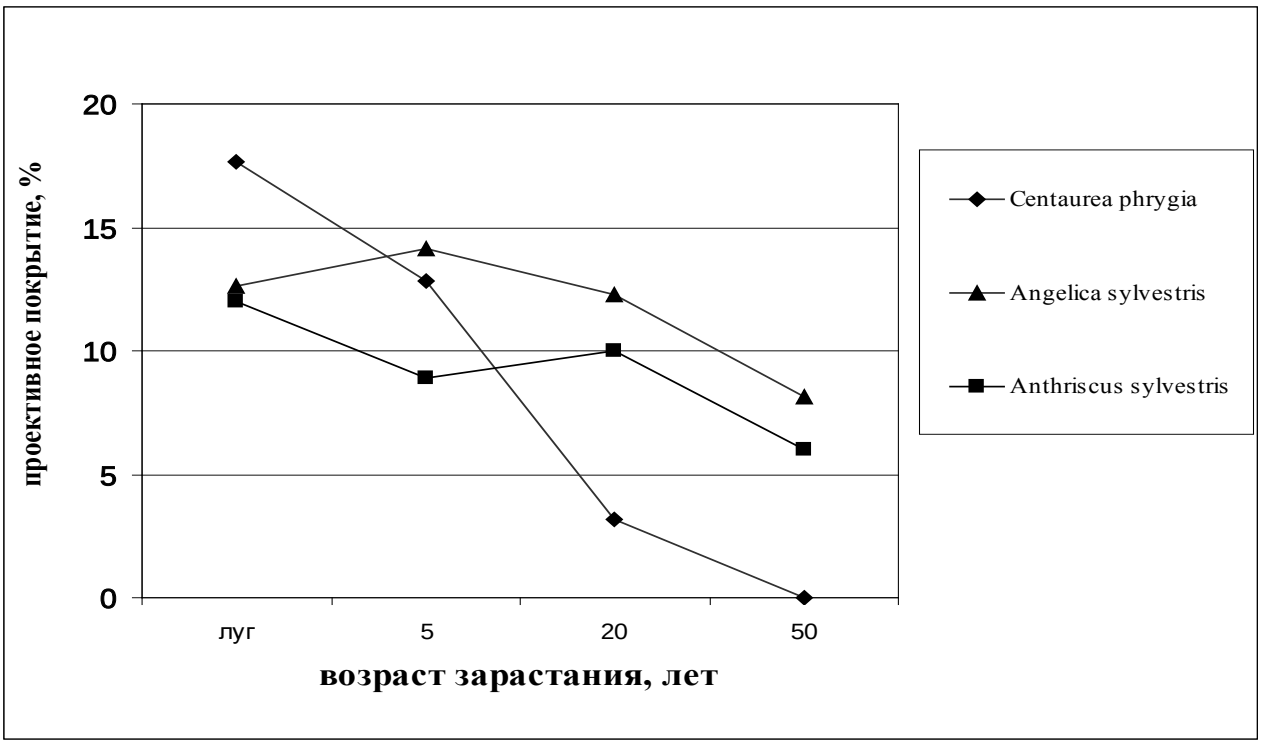
Рис 2. Влияние синузий осины и ольхи на общее проективное покрытие (ОПП) и сумму покрытий групп видов

В березняке по сравнению с лугом видовое разнообразие снижается в два раза (среднее число видов на площадке на лугу – 13, в березняке – 6). Отрицательное влияние **березы** выявлено для 31% видов – это гелиофитные луговые виды: *Festuca pratensis* (η^2=(-)0,24), *Phleum pratense* (η^2=(-)0,17), *Lathyrus pratensis* (η^2=(-)0,18), *Ranunculus acris* (η^2=(-)0,20), *Galium album* (η^2=(-)0,11) и др. 20% видов демонстрируют положительную связь. Было показано ранее, что эти виды на суходольных лугах имеют между собой положительные связи и проявляют тип взаимоотношения «благоприятствование» [5]. Травянистый ярус березняка складывается преимущественно из

группы лесных видов при малой доле участия луговых, для которых изменившиеся условия оказались благоприятными, например, для *Deschampsia cespitosa, Angelica sylvestris, Melampyrum nemorosum*. Анализ линий регрессии подтверждает все выше сказанное: обилие лугового мелкотравья и граминоидов неуклонно падает (рис. 3). Виды еловой свиты в березняке пока еще не показывают высокой встречаемости, но на отдельных площадках уже достигают значительных покрытий: *Pyrola rotundifolia* (N=0,12; Smax=45%), *Majanthenum bifolium* (N=0,10; Smax=35%), *Trientalis europaea* (N=0,04; Smax=10%), *Paris quadrifolia* (N=0,11; Smax=20%).



А)



Б)

Рис. 3. Изменение проективного покрытия видов злаков (А) и лугового разнотравья (Б) при зарастании луга березой пушистой.

В осиннике, по сравнению с лугом, в отличие от ольшаника и березняка, достоверного снижения видового разнообразия не обнаружено (табл. 2) (среднее число видов на площадке на лугу – 11, в осиннике – 10). Отрицательное влияние **осины** выявлено лишь для 25% видов – это все те же гелиофитные луговые виды. 38% видов демонстрируют положительную связь: как и в случае с ольхой это лесные виды, но их разнообразие и обилие в осиннике значительно выше. В осиннике не формируется мощная подстилка как в ольшанике, что дает возможность на фоне умеренного затенения успешно развиваться как большему числу лесных кустарничков и трав (*Oxalis acetosella* (η^2=(+)0,47), *Rubus saxatilis* (η^2=(+)0,42), *Trientalis europaea* (η^2=(+)0,36), *Vaccinium vitis-idaea* (η^2=(+)0,33)), так и зеленым мхам (табл. 2; рис. 2). Снижение обилия демонстрируют граминоиды, луговое крупнотравье и мелкотравье, но в отличие от ольшаника, эти группы видов не исчезают, а сохраняются на всех стадиях развития осинника, изменяя при этом свой видовой состав. Наиболее кардинально меняется видовой состав граминоидов: на смену луговым видам, таким как *Alopecurus pratensis* (η^2=(-)0,74), *Phleum pratense* (η^2=(-)0,26), *Poa pratensis* (η^2=(-)0,18), приходят лесные и опушечные виды: *Calamagrostis canescens* (η^2=(+)0,40), *C. purpurea* (η^2=(+)0,44).

Изменения флористического и ценотического состава в ходе зарастания луговых фитоценозов мелколиственными породами попытались проиллюстрировать анализом коэффициентов флористического сходства Съеренсена (K_S) и ценотического сходства Глизона (K_G). В ходе сравнения растительности луга и 60-летнего березняка были зафиксированы самые высокие значения коэффициентов сходства: K_S=65%, K_G=47%. В случае с осинником эти показатели ниже: K_S=45%, K_G=21%. И самые низкие значения коэффициентов сходства наблюдаются при сравнении луга и 60-летнего сероольшаника: K_S=15%, K_G=8%. Сравнение значений коэффициентов сходства исследованных мелколиственных пород позволяет выявить следующий ряд усиления влияния на растительность суходольных лугов: береза пушистая — осина — ольха серая, который также подтверждается результатами дисперсионного анализа по оценке влияния этих пород на совокупность видов напочвенного покрова (табл. 2).

Как показали наблюдения, зарастание лугов в условиях заповедника сдерживается лосями, которые сильно повреждают молодые особи осины и ольхи. Молодые деревца (ветви и стволы) осины ежегодно повреждаются на 50-80%, что вызывает их частую гибель. За счет этого происходит сдерживание наступления леса на луг и сохранение луговых фитоценозов.

ВЫВОДЫ

1. Зарастание лугов мелколиственными породами: березой пушистой, осиной и ольхой серой сопровождается изменением биотопа (снижается освещенность, изменяется температурный режим и влажность, преобразуется характер и обилие подстилки).

2. В напочвенном покрове снижается доля участия луговых видов вплоть до их полного исчезновения и возрастает участие лесных видов.

3. С изменением флористического состава связано снижение высоты травяно-кустарничкового яруса: на смену луговому крупнотравью приходит лесное мелкотравье.

4. В случае зарастания лугов ольхой серой наблюдается резкое снижение видового богатства и обилия травяного покрова, а из-за блокировки развития елового подроста, происходит торможение прохождения дальнейших стадий автогенной сукцессии.

5. Преобразованием состава и структуры растительных сообществ и приводит к смене лугового типа растительности на лесной.

6. Выявлен следующий ряд усиления влияния древесных пород на растительность суходольных лугов: береза пушистая — осина — ольха серая.

7. Беспрепятственное зарастание луговых фитоценозов мелколиственными древесными породами (осиной, березой пушистой и ольхой серой) на территории Нижне-Свирского государственного природного заповедника может привести к исчезновению луговой растительности и снижению биологического разнообразия на видовом, популяционном, ценотическом и биогеоценотическом уровнях.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Боч М.С., Василевич В.И.* Растительность Нижне-Свирского заповедника. Известия Всесоюзного Географического общества. 1983. Вып.4. С. 322-328.

2. *Василевич В.И., Бибикова Т.В.* Щучковые и лисохвостные луга северо-запада Европейской России // Бот. журн. 2007. Т. 92. № 1. С. 29-41.

3. *Дегтева С.В., Ипатов В.С.* Сероольшаники Северо-Запада РСФСР. Л., Изд-во ЛГУ. 1987. 252 с.

4. *Ипатов В.С., Кирикова Л.А.* Применение дисперсионного анализа при исследовании связи растительности со средой // Бот. журн. 1977. Т. 62. №10. С.1441-1445.

5. *Лебедева В.Х., Тиходеева М.Ю., Ипатов В. С.* К вопросу о структуре лугового растительного сообщества // Бот. журн. 2011. Т. 96. №1. С. 3-21.

6. *Тиходеева М.Ю.* Разнообразие лесов России. СПБ, Изд-во Санкт-Петербургского университета. 2011. 156 с.

THE PARTICIPATION OF SMALL-LEAVED SPECIES IN THE GROWING UPLAND MEADOWS

© 2012 M.Y. Tikhodeeva, V.Ch. Lebedeva

St-Petersburg State University

The features in transformation of vegetation in degradation of meadows with birch *(Betula pubescens*), aspen (*Populus tremula*) and gray alder (*Alnus incana*) are demonstrated. The serial number of the growing of influence to meadows vegetation: white birch - aspen - gray alder.

Keywords: *structure of communities, habitat, edificator, meadows, woods*

Lebedeva Vera Christoforovna, Ph. D., leading researcher. E-mail: vera_christ@mail.ru; *Tikhodeeva Marina Yurievna*, Ph. D., leading researcher. E-mail: marinaur@list.ru

УДК 630.234., 630.232.311.1

РОСТ, РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ИЗ БАШКОРТОСТАНА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

© 2012 А.Н. Тишечкин

Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург

В данной статье изложены материалы многолетних наблюдений за ростом, развитием экотипов сосны обыкновенной из Башкортостана, анализ роста проведен в сравнении с местным экотипом, выявлена дифференциация у экотипов по ряду признаков, наилучшие показатели роста наблюдаются у экотипа сосны из Дюртюлинского лесхоза, по сравнению со среднегорными экотипами из Зилаирского и Белорецкого лесхозов.

Ключевые слова: *рост, развитие, продуктивность, географическая закономерность, морфология признаков, экотип.*

Сосна обыкновенная как вид, произрастающий на огромной территории СНГ, неоднороден. Он различается большим полиморфизмом [5,2] с разнообразием наследственных свойств, которые закрепились на длительном этапе эволюции в разнообразных природно-климатических условиях. Начиная от лесотундры в Заполярье Мурманской области и проходя через все лесорастительные зоны и подзоны равнин и среднегорий, достигая знойных песков степи и лесостепи Казахстана, сосна обыкновенная успешно растет и плодоносит. У нее, как и у любого другого вида с обширным ареалом, наблюдается географическая изменчивость признаков [3], познание закономерностей которой помогает успешнее заниматься селекционными работами [12,13,14].

С этой целью были заложены на Среднем Урале в Ревдинском лесхозе (подзона южной тайги) в 1974-77 гг. географические посевы и культуры сосны обыкновенной на площади 13,2 га. В опыте задействовано 40 географических экотипов, высажено 2-летними сеянцами 70,6 тыс. шт. растений по схеме 2,5*0,75 м в квартале 68 и 82. Культуры отличаются широким диапазоном географического происхождения (от Кольского полуострова до Красноярского края). Культуры заложены по единой союзной программе [7].

В данной работе анализируется рост сосны из двух лесхозов Башкортостана (Дюртюлинского и Зилаирского). Их материнские насаждения исторически и геоморфологически неоднородны. Первые произрастают на северо-западе республики (северная подзона лесостепи) на сравнительно легких, достаточно увлажненных песчаных и суглинистых почвах на речных отложениях. Высота над уровнем моря 100-150 м. Это сравнительно молодые сосняки (плейстоценовые). Они сформировались значительно позже, т.е. после максимального похолодания в плейстоцене. Сосняки же Зилаирского лесхоза произрастают в низкогорьях Южного Урала (нижние и средние части склонов; равнинные и слабовсхолмленные поверхности гряд и увалов). Почвы – горно-лесные (маломощные, каменисто-щебнистые, сухие). Эти сосняки являются более древними (неогеновыми), удалены от первых на 400 км к юго-востоку. Высота над уровнем моря 400-700 м.

В возрасте 1-2-летних сеянцев сосна из равнинной части (низовья р. Белой и по р. Каме) показала преимущество в росте по высоте на 15-26%, но ее сеянцы были тоньше по диаметру стволиков на 24% и отставали по массе на 16 и 34% по сравнению с горным образцом. Весовая структура массы 2-лет. сеянцев у нее следующая: ствола - 18,2, хвои – 59,5 и корней 22,3%, а горной, соответственно - 13,1; 62,3 и 24,6. Видим, что у равнинного – выше доля стволика и ниже доля массы хвои и корней. Условный показатель ассимиляционной способности хвои у нее равен 0,305, что выше на 45%, чем у горной (табл.1.).

У сеянцев сосны из Дюртюлинского лесхоза выше показатель отношения массы надзе мной части к массе корней (3,473) на 14% по сравнению с зилаирским среднегорным – образ-

Тишечкин Александр Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, инженер лаборатории экспериментальной экологии и акклиматизации растений, E-mail: Tishechkin_A@mail.ru

цом. Такая же закономерность просматривается по линии север-юг в сторону юга, например, архангельский-тамбовский образец, у последнего увеличение отношения на 75%; по линии запад-восток увеличение идет в сторону запада, например, ревдинский-пензенский – увеличение на 38%; или красноярско-пензенский образцы. У западного увеличение доходит даже до 95%. Здесь мы наблюдаем клинальное направление географической изменчивости по линии юг-север, запад-восток, равнина-среднегорье. Чем благоприятнее почвенно-климатические условия мест произрастания материнского насаждения, тем выше показатель отношения массы надземной части к массе корней. Выявленная закономерность у семенного потомства говорит о наследуемости признака, закрепленного в процессе длительной эволюции вида.

В более старшем возрасте сосна из равнинной части обладает преимуществом в росте по высоте от 4 до 28%, сезонному приросту до 18%. В отдельные годы (1976, 1979, 1980 гг.) преимущество достигало 32%. Сокращение преимущества – в 1977-78 гг.

Равнинный образец обладает более длинной хвоей (в 1978г. – на 29%, в 1981г. – на 11%, в 1993г. – на 10%), хотя в 1975-76 гг. наблюдалось отставание на 29 и 5%.

В 20-летнем возрасте равнинный образец показал выше рост по фитомассе надземной части на 40%, в т.ч. ствола на 26%, кроне - 96%.

Таблица 1. Сравнительные показатели признаков двух климатипов сосны обыкновенной в посадках Ревдинского лесхоза

Наблюдаемый признак	**Климатипы сосны**		**Величина признака в % от горного**
	равнинный (Дюртюлинский лесхоз)	**горный (Зилаирский лесхоз)**	
1-летние сеянцы			
Высота сеянцев, мм	41,15	32,60	126
Абс. Сухой вес 100 шт., г, в. т.ч. надземной части *корней*	5,36 4,19 1,17	6,34 4,87 1,47	84 86 79
Заложено верхушечных почек, %	20	40	
2-летние сеянцы			
Высота сеянцев, мм	71,60	62,01	115
Диаметр корневой шейки, мм	1,68	2,22	76
Длина хвои, мм	60,40	85,13	71
Абс. сухой вес 100 шт., г, в т.ч.	97,70	147,84	66
Стволика	17,76	19,38	92
Хвои	58,12	92,02	63
Корней	21,82	36,44	60
Усл. показатель ассимиляционной способности хвои (масса ствола: масса хвои)	0,305	0,210	145
3-летние сеянцы			
Высота сеянцев, мм	223,2	188,0	119
Прирост за 1976 г., мм	152,0	119,0	128
Диаметр корневой шейки, мм	2,99	2,55	117
4-летняя сосна (посадка 1976 г.)			
Высота сосны, см	30,8	26,3	117
Прирост за 1977 г., см	19,6	17,8	110
Приживаемость, %	76	61	
5-летняя сосна			

Высота сосны, см	57,7	51,3	112
Прирост за 1978 г., см	23,6	20,7	114
Диаметр корневой шейки, мм	1,57	1,46	107
Длина хвои, мм	68,2	53,0	129
6-летняя сосна			
Высота сосны, см	72,9	58,5	125
Прирост за 1979 г., см	24,3	18,5	131
Диаметр корневой шейки, см	2,2	1,9	116
8-летняя сосна			
Высота сосны, см	151,1	117,6	128
Прирост за 1980-1981 гг., см	38,5-40,3	29,2-32,4	132-124
Длина хвои, мм	63,1	56,8	111
Количество почек в мутовке, шт.	8,6	8,8	98
17-летняя сосна			
Высота сосны, м	6,5	5,8	112
Диаметр ствола, см	8,6	8,1	106
Семеношение, %	16	-	
20-летняя сосна			
Высота сосны, м	8,00	7,70	104
Диаметр ствола, см	10,24	9,97	103
Ср. сезонный прирост, см (1984-93 гг.)	62,9	53,1	118
Ср. количество почек, шт.: На главном побеге	8,0	7,8	102
Боковом побеге	19	17	112
Коэфф. формы почки (Н:Д)	3,06	2,70	113
Средняя длина хвои гл. побега, мм (за 1990-93 гг.)	82,5	74,3	111
Длина 1-лет. хвои за 1993 г., мм (бокового побега)	52,3	47.3	110
Отношение (длина: ширина хвои)	36,2	30,4	119
Количество хвои на боковом побеге, шт.	1124	929	121
Фитомасса надземной части, кг, в т.ч. ствола кроны	54,1	38,7	140
	39,0	31,0	126
	15,1	7,7	196
Длина 4 –лет. боковой ветви, см	73,5	66,2	111
Толщина коры ствола, мм	8,90	11,08	80
Глубина трещиноватости коры, мм	6,99	8,58	81

Обращает внимание его более мощная крона. Почки и хвоя – более удлиненной формы (на 13 и 19%). Но у равнинного образца ниже показатели толщины коры и глубины ее трещиноватости (на 19-20%).

К 34-летнему биологическому возрасту дюртюлинский образец сохраняет преимущество в росте (табл.2.), по объему ствола оно достигает 15% и по запасу древесины до 16%. Данный

экотип происходит из оптимальных условий местопроизрастания –северная подзона лесостепи и сосново-березовых лесов.

Таблица 2. Сравнительные показатели роста и развития 34-летней сосны обыкновенной двух экотипов Башкортостана в условиях Среднего Урала

Наблюдаемый признак	Экотип сосны и лесхоз		Величина признака в % от среднегорного
	равнинный (Дюртюлинский лесхоз)	среднегорный (Зилаирский лесхоз)	
Ср. высота ствола, м	18,3	18,0	102
Ср. диаметр ствола на высоте 1,3 м., см	17,2	16,4	105
Объем ствола, $м^3$	0,2097	0,1817	115,4
Количество деревьев шт/га	2608	2587	100,4
Запас древесины, $м^3$/га	546,9	470,0	116,3
Сохранность, % штук	48,8 1238	48,5 1114	
Качество ствола, % вильчатость кривизна	2,0 13,9	5,4 11,1	

По сравнению с местным (ревдинским) экотипом сосна из Башкортостана имеет более высокие таксационные показатели по высоте ствола на 9%, диаметру ствола на 4-9%, объему ствола на 13-30% и по запасу древесины на 7% (у дюртюлинского образца из равнинной области).

Экотипы из Дуванского, Авзянского, Белорецкого лесхозов имеют существенное отставание по запасу древесины от местной сосны на 11-28%. Заметное отставание по объему ствола на 7% имеется у белорецкого образца. В порядке убывания величины запаса древесины экотипы распределились следующим образом: дюртюлинский (546,9 $м^3$/га), зилаирский (470,0 $м^3$/га), дуванский (458,5 $м^3$/га), белорецкий (433.9 $м^3$/га) и авзянский (369,7 $м^3$/га).

Таким образом, сосна из равнинных областей на речных наносах показала преимущество перед горным образцом в росте по высоте, величине сезонного прироста, размерам кроны и образуемой фитомассы надземной части дерева в 20-летнем возрасте. Ее почки и хвоя более удлиненной формы. У нее наблюдалось отставание лишь в возрасте сеянцев по диаметру стволика и массе сеянцев (особенно массе хвои и корней).

Равнинный экотип сохраняет преимущество в росте и в более старшем возрасте. Его превышение в 34-летнем возрасте по сравнению с горным составляет по запасу древесины 16%.

У экотипов сосны из Башкортостана выявлены существенные различия по росту и развитию, которые необходимо учитывать в лесной селекции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Купчинский В.Л., Горбунова Г.А., Попов П.П.* Географические культуры сосны обыкновенной в Свердловской области // Лесное хозяйство, 1982. № 9, С. 45-47.

2. *Мамаев С.А.* Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). М.: Наука, 1973, 284 с.

3. *Мамаев С.А., Тишечкин А.Н.* Географические культуры древесных пород на Урале // Популяционная экология и интродукция растений. Сб. трудов. Вып.2., Екатеринбург: УрО РАН, 2003, С. 95-107.

4. *Некрасова Т.П.* Плодоношение сосны в Западной Сибири. Новосибирск: СО АН СССР, 1960. 130 с.

5. *Правдин Л.Ф.* Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. М.: Наука, 1964. 192 с.

6. *Побединский А.В.* Сосна. М.: Лесная пром-ть, 1979. 125 с.

7. *Проказин Е.П.* Изучение имеющихся и создание новых географических культур (программа и методика работ). Пушкино: ВНИИЛМ, 1972. 52 с.

8. *Тимофеев В.П.* Плодоношение сосновых насаждений // Лесное хозяйство, 1940. 1. С. 47-55.

9. *Тишечкин А.Н., Мамаев С.А.* Особенности сезонного развития и фитомассы сосны обыкновенной в зависимости от географического происхождения семян //Информ. листок, Свердловский ЦНТИ, 1996. № 519-96. 4 с.

10. *Тишечкин А.Н., Кораблев В.Н.* Результаты роста сосны в 17-летних географических культурах Ревдинского лесхоза // Информ. Листок. Свердловский ЦНТИ, 1991, № 383 - 91. 4 с.

11. *Шиманюк А.П.* Сосновые леса Сибири и Дальнего Востока. М.: Изд-во АНСССР, 1962. 188 с.

12. *Шутяев А.М.* Изменчивость хвойных видов в испытательных культурах Центрального Черноземья. М.: 2007. 296 с.

13. *Шутяев А.М.* Каким быть лесному семеноводству в XXI веке (книга обзор) // Воронеж, изд-во «Истоки», 2011. 248 с.

14. *Shutyaev A.M., Giertych M.* Genetic Subdivisions of the Range of Sots Pine (Pinus Sylvestris) Based on a Transcontinental Provenance Experiment // Silvae Genetica, 2000, Vol. 49. P. 137 – 151.

GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF SCOTS PINE IN THE MIDDLE URALS

© 2012 A.N. Tishechkin

UB RAS Botanical Garden, Ekaterinburg

This article materials of long-term observations for growth, development ecotypes pine from Bashkortostan, growth analysis carried out in comparison with the local ecotypes, a differentiation of the ecotypes on a number of grounds, the best indicators of growth are observed in ecotype pine from Durtulinsk leshoz, compared with medium-height ecotypes of Zilairsk and Beloretsk leskhozes.

Key words: *growth, development, productivity, geographical pattern, morphology signs, ecotype.*

Tishechkin Alexander Nikolaevich, candidate of agricultural sciences, engineer of the laboratory of experimental ecology and plant acclimatization E-mail: Tishechkin_A@mail.ru

УДК 630.234.,630.232.311.1

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ РАСКРЫВАНИЯ ШИШЕК СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ УРО РАН Г. ЕКАТЕРИНБУРГА

© 2012 А.Н. Тишечкин

Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург

Проведены наблюдения за раскрыванием шишек сосны обыкновенной в условиях Среднего Урала (подзона южной тайги) в Ботаническом Саду УрО РАН г. Екатеринбурга. Изучена специфика интенсивности раскрывания чешуек шишек в кроне дерева. Характер раскрывания шишек идет неравномерно, нарастает очень медленно. Основная масса шишек (около 70%) раскрывается в сжатые сроки (3-4 дня). Выявлен сдвиг этапов раскрывания шишек на более поздние сроки в северной части кроны. Интенсивный лет семян наблюдается на завершающем этапе раскрывания шишек.

Ключевые слова: т*емпература, семеношение, динамика, раскрывание шишек, лет семян, сосна обыкновенная, крона дерева.*

Семеношение сосны на открытых местах обитания в природных условиях в десятки раз выше, чем в сомкнутом насаждении. Поэтому проследить все важные процессы репродукции в природных условиях результативнее и проще. Обычно такие деревья имеют правильную крону, обильное и более частое семеношение и обладают большей доступностью в сборе семян и проведении наблюдений [3,4].

В лесном хозяйстве важно знать сроки и продолжительность раскрывания шишек, сопровождающегося летом семян. Эти знания необходимы для эффективного сбора семян и дальнейшего познания биологии вида [4,5,6].

С этой целью нами было подобрано дерево на опушке леса с хорошо развитой кроной в Ботаническом саду г. Екатеринбурга (Средний Урал, подзона южной тайги, почва дерново-подзолистая). Возраст 40 лет. Начиная с апреля месяца 1998 г. нами ежедневно проводились наблюдения за раскрыванием шишек в кроне дерева. Крона условно была поделена на южный и северный сектора. Необходимо отметить, что семеношение сосны в 1997-98 гг. было обильным. Сбор шишек с отдельных деревьев достигал 20-25 кг.

Раскрывание шишек и лет семян в природных условиях у сосны обыкновенной тесным образом связан с притоком тепла в весенние месяцы следующего года после их созревания [1,2].

Весна 1998 г. была затяжной и холодной. Температурный режим был неустойчив. Приток тепла шел с большим запозданием. Снегопады с похолоданием наблюдались 8-9 апреля, 15-16 мая. Частыми были ночные заморозки и резкие перепады дневных температур воздуха. До конца апреля во многих местах посадок еще лежал снег. Даже 9 мая в почве встречалась мерзлота. Приток тепла сменялся затяжным периодом холода. Лишь после 16 мая установилась более устойчивая теплая погода с более прогретым теплым воздухом. Состояние погоды непосредственно отразилось на сроках и продолжительности периода раскрывания шишек и лета семян.

Первое (единичное) раскрывание шишек наблюдалось у сосны южного сектора кроны 9 апреля. Интенсивность раскрывания медленно нарастала до 27 апреля. Затем она резко возросла. Раскрывание продолжалось до 7 мая, но только лишь в южной части кроны (рис.1). Продолжительность раскрывания шишек этой части кроны составила 28 дней. 70% раскрывшихся шишек пришлось на сроки 3-7 мая (т.е. 5 дней). При этом температура воздуха днем достигала +17 и + 20 ºС.

В этот период четко были слышны звуки потрескиваний раскрывающихся шишек. Единичное раскрывание шишек в северной части кроны дерева произошло лишь после 7 мая

Тишечкин Александр Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, инженер лаборатории экспериментальной экологии и акклиматизации растений, E-mail: Tishechkin_A@mail.ru

Рис.1. Динамика раскрывания шишек сосны обыкновенной весной 1998 г. в Ботаническом саду УрО РАН (в %, нарастающим итогом)

Примечания: части кроны: 1 – южная; 2 –северная;

и нарастало крайне медленно до 17 мая. Период отличался холодной погодой с дождями, снегом и заморозками. После 18 мая наблюдается интенсивное раскрывание шишек (70% от всех), которое продолжалось до 21 мая (3-4 дня). Полный же период раскрывания шишек северного сектора кроны составил 15 дней.

Из рисунка видно, что все процессы по раскрыванию шишек в северной части кроны сдвинуты на более поздние сроки: по началу раскрывания шишек на 29 дней; по массовому раскрыванию шишек 21 день и по срокам завершения раскрывания на 15 дней. Если на южной стороне кроны уже завершилось полное раскрывание шишек (к 7 мая), то на северной части кроны оно лишь началось. В целом продолжительность всего периода раскрывания шишек на дереве составила 43 дня (с 9 апреля по 21 мая). Период раскрывания оказался исключительно растянутым во времени по причине неустойчивой погоды в апреле – мае и господству холодных воздушных масс.

Затяжная холодная весна сказалась и на ростовые процессы сосны и даже на ее ″цветении″. Так, например, ростовые побеги сосны тронулись в рост позже. На 22 мая длина бокового побега составила лишь 15мм., против 36 мм. в предыдущем 1997 гг. ″Цветение″ (лет пыльцы) началось 1 июня и завершилось 8 июня. Тогда, как в 1997 г. сосна зацвела на неделю раньше (26 мая) и закончила цветение также раньше (3 июня).

Таким образом, изучена специфика интенсивности раскрывания чешуек шишек в кроне дерева. Характер раскрывания идет неравномерно, нарастает очень медленно. Основная масса шишек (около 70%) раскрывается в сжатые сроки (3-4 дня). Выявлен сдвиг этапов раскрывания шишек на более поздние сроки в северной части кроны. Максимальная величина сдвига (29 дней) наблюдается при раскрывании шишек на начальном этапе и уменьшается на завершающем этапе до 15 дней. При затяжной с холодной погодой весне раскрывание шишек сдерживается и происходит в более поздние сроки, в дни с сухой и теплой погодой. Интенсивный лет семян наблюдается на завершающем этапе раскрывания шишек.

Особенности динамики раскрывания шишек и лета семян можно учитывать при лесохозяйственных мероприятиях (сборе шишек, семян), при содействии искусственному возобновлению и при подготовке методичек для фенологических наблюдений.

Для сбора семян можно устраивать под кроной дерева ″полотна-ловушки″ в период интенсивного лета семян. Сигналом для их установки могут быть звуки потрескиваний раскрывающихся чешуек шишек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мамаев С.А., Тишечкин А.Н.* Суточная динамика прироста сосны в Свердловске и ее связь с метеорологическими факторами. //Бюллетень Главного Ботанического Сада. М.: Наука, 1974. Вып. 94. - С. 18-23.

2. *Мамаев С.А., Тишечкин А.Н.* О приросте хвойных деревьев в Свердловске в связи с их термофильностью.//Бюллетень Главного Ботанического Сада. М.: Наука, 1978. Вып.110. - С. 3-6.

3. *Побединский А.В.* Сосна. М.: Лесная пром-ть, 1979. 125 с.

4. *Правдин Л.Ф.* Сосна обыкновенная. М.: Наука, 1964. 192 с.

5. *Тишечкин А.Н., Мамаев С.А.* Динамика раскрывания шишек сосны обыкновенной в зависимости от географического происхождения семян.//Информ. Листок. Свердловский ЦНТИ,1998, №138-98. 4 с.

6. *Тишечкин А.Н.* Репродукция и динамика раскрывания шишек сосны обыкновенной заповедного бора Ботанического сада УрО РАН //Информ. Листок. Свердловский ЦНТИ,1998, №446-98. 4 с.

7. *Ярославцев Г.Д.* Булыгин Н.Е., Кузнецов С.И., Захаренко Г.С. Фенологические наблюдения над хвойными (методические указания). Ялта, 1973. 49 с.

8. *Shutyaev A.M., Giertych M.* Height growth Variation in a Comprehensive Eurasian Provenance Experiment of Penus Sylvestris. //Silvae Genetica, 1997, 46. №6. P. 332-349.

FEATURES OF DYNAMICS OF SCOTS PINE CONE BUD BREAK IN THE BOTANIC GARDEN OF THE RAS OF EKATERINBURG

© 2012 A.N. Tishechkin

UB RAS Botanical Garden, Ekaterinburg

Carried out observations of the uncovering of cones pine in the conditions of The middle Urals (subzone of South taiga) in the Botanical Garden, Ural branch RAS g. Ekaterinburg. Studied the specifics of the intensity of opening of scales of cones in the crown of the tree. The nature of the opening of the cones is uneven, is growing very slowly. The main mass of cones (about 70%) is disclosed in the shortest time (3-4 days). Identified shift stages of the opening of cones at a later date in the Northern part of the crown. Intensive falling of seeds is observed at the final stage of the opening of the cones pine.

Key words: *Temperature, Seminiferous, dynamics, inflate cones, falling of seeds, scotch pine, the tree crowns.*

Tishechkin Alexander Nikolaevich, candidate of agricultural sciences, engineer of the laboratory of experimental ecology and plant acclimatization E-mail: Tishechkin_A@mail.ru

УДК 633:632.51:574.631

ВОЗДЕЛЫВАЕМЫЕ КУЛЬТУРЫ, СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И ЗАСОРЕННОСТЬ ПОЛЕЙ И ПОЧВ ВЯТСКО-КАМСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ (ВКП)

© 2012 В.В. Туганаев, Л.Р. Леконцева

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск

Рассматриваются история и состав культурных и сорных растений, засоренность полей и почв Вятско-Камского Предуралья.

Ключевые слова: *культурные растения, сорные растения, засоренность полей, засоренность почв, история земледелия.*

Первые находки следов земледельческой деятельности человека в Вятско—Камском регионе были связаны с культурами полбы двузернянки, проса, ячменя, начало культивирования которых в регионе предположительно уходит в эпоху бронзы [14]. Впоследствии возделывание сельскохозяйственных культур получило широкое распространение и пришедших в Вятско-Камский регион булгар (после VIII в.) встретило уже земледельческое население, знакомое со множеством видов культурных растений.

Анализ зерновых материалов из археологических памятников показал, что раннее земледелие в лесной и лесостепной областях Восточной Европы характеризовалось возделыванием смеси культур. Расширению площадей под одновидовые посевы способствовало развитие торговли хлебом, а Среднее Поволжье и Среднее Предуралье были заметными в России поставщиками хлеба на внутренний и внешний рынок. В VI-XIII вв. на полях Среднего Поволжья преобладали полба-двузернянка, пшеница мягкая обыкновенная, просо посевное мелкосемянное, ячмень обыкновенный, рожь посевная (яровая), овес посевной, горох посевной мелкосемянный. В ботаническом материале археологических памятников кроме перечисленных культур встречались плоды и семена и других полевых культур, но в незначительном количестве [10].

Существенные изменения в составе и структуре агрофитоценозов произошли в XV – начале XIX вв., связанные, с одной стороны, с заметным похолоданием климата («малый ледниковый период»), с другой – с распространением русской земледельческой культуры с ее трехпольем, обычаем внесения навоза в поле в качестве органического удобрения и использованием в качестве орудия обработки почвы – сохи. В конце XIX столетия в Вятской губернии посевные площади распределились следующим образом: овес, рожь озимая, ячмень обыкновенный, лен обыкновенный, пшеница яровая, сорица (смесь ячменя и овса), ярица (яровая рожь), горох, полба-двузернянка и другие культуры, в том числе картофель [6].

С 1930 года хозяйства Вятско-Камского Предуралья стали переходить на многопольную систему земледелия, чаще стали использовать плуг на тракторной тяге. Посевы полбы практически сошли на нет. Получили широкое распространение многолетние травы. Например, посевы клевера увеличили свою долю в структуре посевных площадей в 191 раз (раньше они практически не возделывались на полях) [7].

В настоящее время в структуре посевных площадей приоритетное место занимают многолетние травы (42,35%), за ними располагаются посевы ячменя обыкновенного, однолетних трав, пшеницы яровой, овса посевного, ржи озимой, посадки картофеля, посевы кукурузы (на силос), гороха, пшеницы озимой. Посевы тритикале, проса, льна-долгунца, рапса и др. занимают менее 1% в общей структуре посевных площадей.

Что касается сорных растений, то они являются постоянными спутниками возделываемых культур. Данные о засорителях и засоренности посевов раннего земледелия

Туганаев Виктор Васильевич, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры общей экологии. E-mail: tuganaev@udm.ru; *Леконцева Любовь Романовна*, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и экологии растений. E-mail: leconceva@uni.udm.ru

применительно к Вятско-Камскому Предуралью имеются в работах А.С. Фатьянова [12], А.В. Кирьянова [4], В.В. Туганаева [9], В.В. Туганаева, А.В. Туганаева [11], А.В. Туганаева, В.В. Туганаева [10]. В указанных работах приводятся сведения о встречаемости более 80 видов сорных растений, но приведенные данные характеризуют преимущественно амбарную засоренность, которая, конечно, отличается от фактической засоренности на полях. Но состав засорителей и количественные данные, выявленные по зерновым материалам из археологических памятников, в какой-то мере позволяет судить о засоренности полей. Полный состав сорных растений Вятско-Камского Предуралья, установленный по материалам археологических памятников приводится в книге А.В. Туганаева, В.В. Туганаева [10].

Состав наиболее распространенных засорителей полей периода господства трехпольного земледелия в лесной зоне и лесостепной частях ВКП изучен нами на основе многочисленных работ, в том числе [15], [8], [5], [3], [1], [2] и др. Список основных полевых сорных растений периода господства трехпольного земледелия в лесной зоне Волжско-Камского края был следующим: Apera spica-venti (L.) Beauv., Achillea millefolium L., Agrostemma githago L., Artemisia vulgaris L., Anthemis tinctoria L., Brassica campestris L., Convolvulus arvensis L., Cirsium setosum (Willd.) Bess., Chenopodium album L., Centaurea cyanus L., Crepis tectorum L., Cerastium holosteoides Fries., Capsella bursa-pastoris (L.) Medik., Equisetum arvense L., Euphorbia virgata Waldst. et Kit., Elytrigia repens (L.) Nevski., Erysimum cheiranthoides L., Galeopsis bifida Boenn., G. Ladanum L., G. speciosa Mill., Knautia arvensis (L.) Coult., Linaria vulgaris L., Lappula myosotis Moench., Myosotis arvensis (L.) Hill., Pimpinella saxifrage L., Polygonum aviculare L., P. convolvulus L., Rumex acetosella L., Stachys palustris L., Sonchus arvensis L., Stellaria graminea L., Spergula arvensis L., Scleranthus annuus L., Taraxacum officinale Wigg., Tripleurospermum inodorum (L.) Sch. Bip., Vicia cracca L., V. hirsuta (L.) S.F. Gray, Viola arvensis Murr.

В лесостепной зоне в этот же период развития земледелия встречались такие сорные растения, как: Agrostemma githago L., Achillea millefolium L., Anthemis tinctoria L., Apera spica-venti (L.) Beauv., Arctium tomentosum Mill., Artemisia absinthium L., A. vulgaris L., Berteroa incana (L.) DC., Brassica campestris L., Centaurea cyanus L., Chenopodium album L., Cirsium setosum (Willd.) Bess., Convolvulus arvensis L., Capsella bursa-pastoris (L.) Medik., Crepis tectorum L., Cichorium inthybus L., Dracocephalum thymiflorum L., Delphinium consolida L., Elytrigia repens (L.) Nevski , Lappula myosotis Moench, Linaria vulgaris L., Knautia arvensis (L.) Coult, Malva pusilla Smith, Galium aparine L., Galeopsis ladanum L., Neslia paniculata (L.) Desv, Pimpinella saxifrage L., Plantago major L., Potentilla argentea L., Polygonum convolvulus L., P. aviculare L., P. lapathifolium L., Stellaria graminea L., Silene cucubalis Wib., Sisymbrium loeselii L., Tripleurospermum inodorum (L.) Sch. Bip., Sonchus arvensis L., Stachys neglecta Klok., Thlaspi arvense L., Vicia cracca L., Viola arvensis Murr.

Характеристика растительности обрабатываемых почв современного земледелия нами дается на основе исследований, проводимых в течение последних 40 лет.

Растительность огородов.

Огороды в Удмуртии появились лишь в середине XIX века, когда распространение получил картофель. До культуры «второго хлеба» на грядках у домов возделывались репа, брюква и капуста. В настоящее время картофель занимает не менее 80% площади огорода. Из овощных культур в сельской местности широко культивируют лук репчатый, огурцы, томат, морковь, свеклу (зафиксированы более чем в 80% изученных огородов). В 30-80% случаях отмечены редис, чеснок и репа. Состав засорителей огородов включает 64 вида, из которых Chenopodium album L., Stellaria media (L.) Vill., Convolvulus arvensis L., Cirsium setosum (Willd.) Bess., Sonchus arvensis L., Echinochloa crusgalli (L.) Beauv., Galium vaillantii DC., Fumaria officinalis L. имеют показатель встречаемости выше 50 %. Встречаются также Amaranthus retroflexus L., Polygonum scabrum Moench., Erodium cicutarium (L.) L'Her., Urtica dioica L., Taraxacum officinale Wigg., Setaria viridis (L.) Beauv., Erysimum cheiranthoides L., Galeopsis bifida Boenn., G. speciosa Mill., G. ladanum L., Tripleurospermum perforatum (Merat) M. Lainz., Equisetum arvense L., Stachys palustris L., Rumex acetosella L. Среди засорителей картофельных огородов, нередко встречаются чуждые для пашенных местообитаний виды, что связано с

близостью меженных участков (Calamagrostis epigeios (L.) Roth., Galium mollugo L., Bromopsis inermis (Leyss.) Holub, Vicia cracca L., Vicia sepium L. и др.).

На овощных грядках обильно и часто встречаются Stellaria media (L.) Vill., Amaranthus retroflexus L., Convolvulus arvensis L., Echinochloa crusgalli (L.) Beauv., Sonchus arvensis L., Polygonum scabrum Moench., Erodium cicutarium (L.) L'Her., Capsella bursa-pastoris (L.) Medik., Sonchus oleraceus L., Urtica urens L., Urtica dioica L., Taraxacum officinale Wigg., Setaria viridis (L.) Beauv.

Потенциальный запас семян и плодов в среднем насчитывает 620 млн. штук в пересчете на 1га. Встречаются огороды, содержащие до 1,5 млрд. штук плодов и семян на 1га. По шкалам засоренности [13], это очень сильно засоренные почвы. Особенно обильно представлены плодики Chenopodium album L., семена Polygonum scabrum Moench., Stellaria media (L.) Vill., Rubus idaeus L. Источником инспермации последнего вида являются малинники, которые, как правило, встречаются в каждом огороде.

Растительность пропашных культур.

Пропашные культуры – возделываемые растения с относительно большой площадью питания, поэтому их посевы и посадки характеризуются широким междурядьем – 45-90см, позволяющим проводить междурядную обработку почв, не повреждая растения. Из этой группы растений в Удмуртии на полях возделываются в широких масштабах картофель, кукуруза (на силос), кормовая свекла. Обобщенные данные по засоренности полей пропашных и других групп культур приведены в таблице 1.

Основными засорителями являются (в порядке убывания встречаемости) Chenopodium album L., Cirsium setosum (Willd.) Bess., Sonchus arvensis L., Tripleurospermum perforatum (Merat) M. Lainz., Galeopsis speciosa Mill., G. bifida Boenn., Erysimum cheiranthoides L., Artemisia vulgaris L., Rumex acetosella L., Viola arvensis Murr., Polygonum scabrum Moench., Fumaria officinalis L., Centaurea cyanus L., Galium vaillantii DC., Fallopia convolvulus (L.) A. Love., Convolvulus arvensis L., Thlaspi arvense L., Lamium amplexicaule L. На полях пропашных культур нами зафиксировано произрастание 76 видов сорных растений. На 100м² в среднем встречается 16-19 видов (14-28). Как и следовало ожидать, пропашные культуры характеризуются средней и слабой засоренностью, поскольку здесь в течение лета можно относительно легко проводить междурядную обработку почв. По содержанию плодов и семян почвы пропашных культур существенно не отличаются от почв яровых и озимых культур, и эту закономерность можно объяснить соблюдением севооборотов.

Таблица 1. Встречаемость полей (в %) озимых, яровых, пропашных культур и многолетних трав (II-III года пользования) южной части Удмуртии с разной степенью засоренности (по исследованиям 1976-2010 гг.)

Классы засоренности	Проценты засоренности	Засоренность посевов			
		озимой ржи	яровых культур	пропашных культур	многолетних трав
I	1	1,0	2,0	1,2	3,7
II	1-4	44,7	32,4	15,5	41,3
III	5-16	34,6	42,4	58,8	42,5
IV	17-36	7,6	17,1	11,8	58,1
V	37-64	1,0	5,9	9,7	8,1
VI	>64	-	-	0,5	-
Число описаний	-	75	150	75	75

Растительность полей яровых и озимых (ржи обыкновенной) культур.

В Удмуртии из яровых зерновых культур наибольшие площади занимают зерновые (пшеница, овес, ячмень) и бобовые (горох), культуры, из озимых – рожь озимая. По составу засорителей посевы яровых и озимых культур имеют много общего, но посевы озимой ржи меньше засоряются в случае ее успешной перезимовки.

К наиболее обильно представленным в посевах яровых культур относятся Centaurea cyanus L., Sonchus arvensis L., Cirsium setosum (Willd.) Bess., Chenopodium album L., Convolvulus arvensis L., Viola arvensis Murr., Galium vaillantii DC., Galeopsis ladanum L., Raphanus raphanistrum L., Stachys palustris L., Polygonum scabrum Moench., Equisetum arvense L.

В посевах озимой ржи чаще всего находят благоприятные условия для развития Chenopodium album L., Galeopsis ladanum L., Cirsium setosum (Willd.) Bess., Polygonum aviculare L., Galeopsis bifida Boenn., Equisetum arvense L., Viola arvensis Murr., Tripleurospermum perforatum (Merat) M. Lainz., Centaurea cyanus L., Fallopia convolvulus (L.) A. Love., Consolida regalis S.F. Gray. Данные о встречаемости полей яровых и озимых культур, а также многолетних трав с разной степенью засоренности приведены в таблице 1.

Анализ 485 образцов почв показал, что почвы под зерновыми и бобовыми культурами отличаются высокой засоренностью (624 млн. - 1,6 млрд. плодов и семян на 1га). Наибольшим числом генеративных диаспор в почвенном банке семян представлены семена и плоды Chenopodium album L., Polygonum aviculare L., Spergula arvensis L., Viola arvensis Murr., Rumex acetosella L., Convolvulus arvensis L., Fallopia convolvulus (L.) A. Love. По степени встречаемости определенные по семенам и плодам растения разбиты на 3 группы. I группа включает виды, семена и плоды которых встречены в 50-100% образцов - Chenopodium album L., II группа – 20-50% (Spergula arvensis L., Viola arvensis Murr., Polygonum aviculare L., Fallopia convolvulus (L.) A. Love.), III группа - менее 20% (Lapsana communis L., Fumaria officinalis L., Stellaria graminea L., Galeopsis ladanum L., G. speciosa Mill., G. bifida Boenn., Galium vaillantii DC., Silene noctiflora L., Oberna behen (L.)Ikonn., Amaranthus retroflexus L. и другие, всего более 100 видов.

Некоторую самобытность в отношении состава распространенных засорителей имеют посевы многолетних трав (клевера, люцерны). Если в первый год по данному показателю мало чем отличаются от посевов яровых и, отчасти, озимых культур, то на 2-й и 3-й год пользования в число наиболее распространенных видов-засорителей можно уже включить луговые растения и растения молодых залежей, такие как Pastinaca sylvestris Mill., Oberna behen (L.)Ikonn., Silene noctifljra L., Artemisia absinthium L., Elytrigia repens (L.) Nevski., Taraxacum officinale Wigg. и другие, причем доля многолетних видов в посевах многолетних трав возрастает из года в год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васильева Л.Н.* О сорных растениях в юго-восточной части Марийской области //Марийская автономная область. Йошкар_Ола, 1933, № 7/8.

2. *Васильева Л.Н.* Сорные растения МАО и меры борьбы с ними. Йошкар-ОЛА, 1934. 120 с.

3. *Золотницкий В.А.* Сорно-полевая растительность на полях Казанской областной сельскохозяйственной опытной станции //Вестник Казанской обл. с-х. ст., 1922, № 2. С. 1-21.

4. *Кирьянов А.В.* История земледелия Новгородской земли X-XV вв. (по археологическим материалам) // Труды Новгородской археологической экспедиции. М., т. II, 1958. С. 14-56.

5. *Колокольников Л.Б.* Очерк сорно-полевой растительности Вятско-Камского края //Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Л., 1930-1931. Т. XXV, вып. 4. С. 257-280.

6. Материалы по статистике Вятской губернии. Вятка: Губ. земство, т. VIII, 1893. 178 с.

7. *Мосолов В.П.* Полевые культуры Татарской АССР и техника их возделывания. Казань: Татгосиздат, 1931. 213 с.

8. *Нимвицкий А.А.* Растения окрестностей города Глазова Вятской губернии / Материалы по изучению Пермского края. Пермь, 1906. Вып. 3. Ч. 1,2. С. 51-209.

9. *Туганаев В.В.* Агрофитоценозы современного земледелия и их история. М.: Наука, 1984. 88 с.

10. *Туганаев А.В., Туганаев В.В.* Состав, структура и эволюция агроэкосистем европейской России (лесная, лесостепная зоны) в средневековье (VI-XVI вв. н.э). Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет», 2007. 198 с.

11. *Туганаев В.В., Туганаев А.В.* Городище Иднакар (IX-XIII вв. н.э.): агроэкологичнский обзор. Ижевск: Удмуртский институт истории, языка и литературы УрО РАН, 2001. 63 с.

12. *Фатьянов А.С.* Из истории земледелия Горьковского (Нижегородского) Поволжья XII-XIV вв. н.э. // Нарциссов В.П. «Из истории земледелия Горьковского и Чувашского Поволжья». Горький, 1960. 75 с.

13. *Фисюнов А.В.* Сорные растения и борьба с ними. М.: Знание, 1973. 164 с.

14. *Халиков Н.А.* Земледелие татар Среднего Поволжья и Приуралья в XIX – начале XX вв. – М.: Наука, 1981. 124 с.

15. *Korshinsky S.* Tentamen florae rossiae orientalis, id est provinciarum Kazan, Wiatka, Perm, Ufa, Orenburg, Samara parties borealis atque Simbirsk. // Зап. Акад. Наук. Физ.-математ отд. СПб., 1898. Т. 7, № 1. 566 с.

AGRICULTURAL PLANTS, WEEDS AND WEEDINESS OF FIELDS AND SOILS OF VYATKA-KAMA PREDURALIE (VKP)

© 2012 V.V. Tuganaev, L.R. Lekontseva

Udmurt State University

The history and composition of agricultural plants and weeds and fields' and soils' weediness of Vyatka-Kama Preduralie are present.

Key words: *agricultural plants, weeds, fields' weediness, soils' weediness, history of arable farming*

Tuganaev Victor Vasiljevich, doctor of biology, professor, professor of general ecology chair. E-mail: tuganaev@udm.ru; *Lekontseva Lubov Romanovna*, candidate of biology, assistant professor of botany and plant ecology chair. E-mail: leconceva@uni.udm.ru

УДК 578.087.1:581.55:630.182

РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИХ ГРУПП ВИДОВ РАСТЕНИЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ, КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА И МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

© 2012 Л.Г. Ханина[1], В.Э. Смирнов[1], М.В. Бобровский[2], Е.М. Глухова[1]

[1] Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт математических проблем биологии Российской академии наук

[2] Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук

В работе используется понятие базовой системы эколого-ценотических групп (ЭЦГ) видов растений, состоящей из семи групп. Описан алгоритм формальной верификации состава групп, дана их экологическая характеристика. Приведены примеры использования предложенной системы ЭЦГ для классификации растительности, оценки структурного разнообразия сообществ, моделирования динамики разнообразия живого напочвенного покрова. Сформулированы задачи дальнейшего развития концепции ЭЦГ.

Ключевые слова: *многомерный количественный анализ, классификация растительности, оценка биоразнообразия, моделирование динамики напочвенного покрова, BioCalc, EFIMOD*

Концепция эколого–ценотических групп видов растений (ЭЦГ) была впервые предложена А.А. Ниценко [7] и далее развивалось в работах Д.Н. Сабурова [10], С. Каразия [6] и позже в многочисленных работах других авторов. Под ЭЦГ понимаются группы видов растений, сходных по отношению к совокупности экологических факторов и приуроченных к сообществам того или иного типа (или к микроместообитаниям того или иного типа в сообществах с хорошо выраженной мозаикой напочвенного покрова). ЭЦГ широко применяются в экологических исследованиях для решения задач оценки разнообразия растительности, при анализе сукцессионного статуса и типизации сообществ, для прогнозирования условий их местообитаний [3, 4, 8, 14]. Обзор развития представлений об ЭЦГ был выполнен О.В. Смирновой с соавторами [12]. Там же была предложена детальная система ЭЦГ для флоры центральных регионов Европейской России, состоящая из 18-ти групп и построенная с учетом современных представлений о структуре климаксного и сукцессионного растительного покрова. Наряду с детальной системой, О.В. Смирновой совместно с Л.Б. Заугольновой и О.И. Евстигнеевым была предложена базовая система ЭЦГ, состоящая из семи групп [8]. Базовая система, как и детальная, была сформирована на основе ЭЦГ А.А. Ниценко [7] и исторических свит Г.М. Зозулина [5] и включала следующие группы: Nm – неморальная (типичные виды широколиственных лесов), Br – бореальная (виды темнохвойных лесов), Nt – нитрофильная (виды черноольшаников), Pn – боровая (виды сухих сосняков), Md – лугово-опушечная (виды лугов, опушек), Wt – водно-болотная (прибрежно-водных и внутриводных местообитаний, болот) и Olg – олиготрофная (виды верховых болот).

Отличительной особенностью предложенной базовой системы ЭЦГ является, во-первых, малое число групп при достаточно большом охвате флоры: 867 видов сосудистых растений в первоначальном варианте [8] и 1165 видов в базе данных, выложенной в Интернете по адресу http://www.impb.ru/index.php?id=div/lce/ecg. Во-вторых, использование формальных методов анализа данных для уточнения классификации видов по ЭЦГ, проведенной изначально экспертным образом [11]. Для уточнения классификации применялся многомерный дискриминантный анализ и неметрическое многомерное шкалирование (Non-metric

Ханина Лариса Геннадьевна, кандидат биологических наук, доцент, зав. лабораторией. E-mail: lkhanina@rambler.ru; *Смирнов Вадим Эдуардович*, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. E-mail: vesmirnov@rambler.ru; *Бобровский Максим Викторович*, кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник. E-mail: maxim.bobrovsky@gmail.com; *Глухова Елена Михайловна*, научный сотрудник. E-mail: lglukhova@rambler.ru

MultiDimensional Scaling, NMDS). В качестве экологических характеристик видов анализировали балльные оценки видов по факторам увлажнения почвы, кислотности, богатства почвы, освещенности, температурного режима и континентальности климата, взятые из таблиц Г. Элленберга [18]. В качестве ценотических характеристик видов брали координаты видов, рассчитанные как средневзвешенные координаты более 2000 геоботанических описаний из базы данных FORUS [23] в ординационном пространстве, полученном методом NMDS [22].

Анализ показал, что семь базовых ЭЦГ хорошо различаются между собой по экологическим и ценотическим свойствам входящих в них видов. Наибольший вклад в разделение видов на семь ЭЦГ (согласно всем статистикам ДА) вносит фактор увлажнения почв, далее следуют фактор освещенности и координаты видов по первой оси ординации (т.е. ценотическая компонента видовых свойств). Экологические характеристики ЭЦГ проиллюстрированы ящиковыми диаграммами, построенными на основе экологических индикаторных баллов Г. Элленберга [18] для 7-ми базовых ЭЦГ (Рис. 1.)

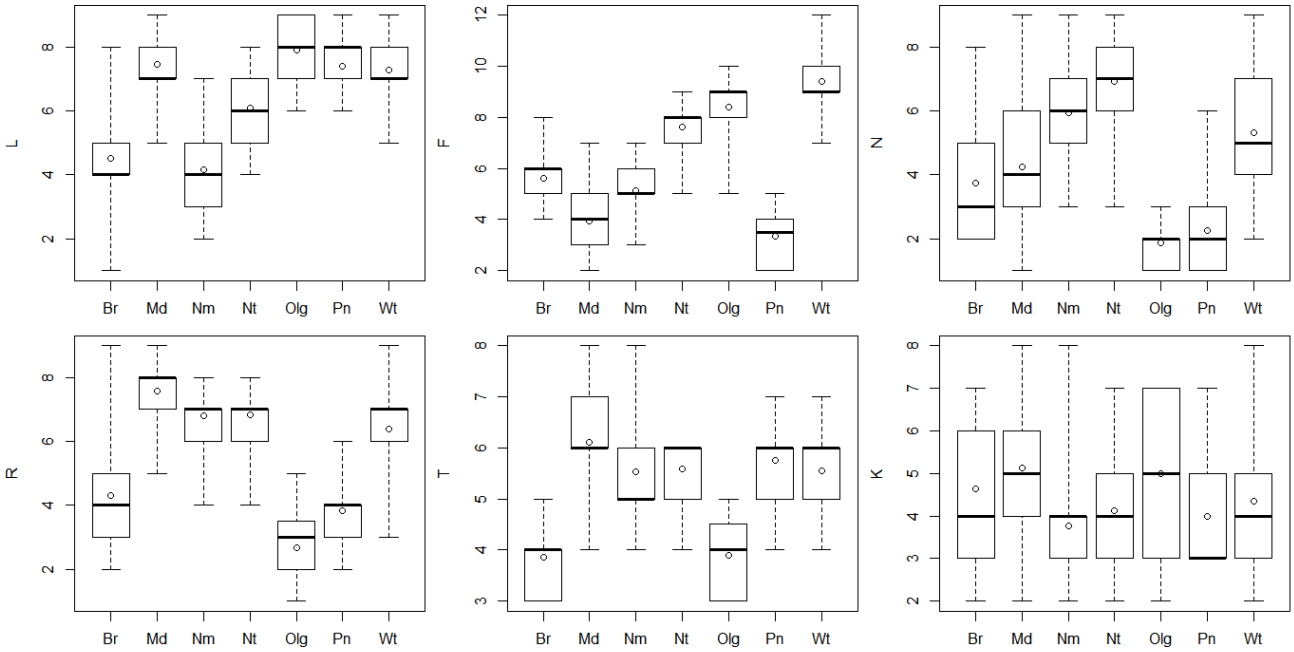


Рис. 1. Ящиковые диаграммы экологических индикаторных значений Г. Элленберга для каждой из семи базовых ЭЦГ. Средняя линия – медиана, нижняя и верхняя стороны ящика представляют первый и третий квартили; усы отражают размах, кружок соответствует среднему арифметическому. L – освещенность, F – увлажнение почвы, N – богатство почвы элементами минерального питания, R – кислотность почвы, T – температурный режим, K – континентальность климата. Br, Md, Nm, Nt, Olg, Pn, Wt – ЭЦГ (см. текст).

Соответственно средним балльным значениям видов каждой группы, рассчитанным по шкалам Г. Элленберга, можно дать следующую экологическую характеристику семи базовых ЭЦГ. Бореальные – полутеневые виды, произрастающие на свежих и влажных бедных слабокислых почвах. Неморальные – теневые / полутеневые виды, произрастающие на свежих в основном нейтральных почвах со средним богатством. Нитрофильные – полутеневые / полусветовые растения, растущие на сырых и влажных в основном нейтральных богатых почвах. Боровые – полусветовые / световые растения, произрастающие на сухих в основном кислых бедных / очень бедных почвах. Лугово-опушечные – световые растения, произрастающие в основном на нейтральных сухих и свежих бедных / средних по богатству почвах. Водно-болотные – полусветовые / световые растения, растущие в воде и на сырых, часто затопляемых, слабокислых / нейтральных местообитаниях со средним богатством. Олиготрофные – световые растения, произрастающие в сырых, плохо аэрируемых кислых и очень бедных местообитаниях.

Достаточная четкость «экологических портретов» базовых ЭЦГ, вместе с высокой ценотической приуроченностью групп и их небольшим числом позволили нам использовать предложенную классификацию видов для решения целого спектра задач. Среди них особо отметим задачи количественного анализа и оценки биоразнообразия растительности [1, 8, 9, 12], классификации растительности [14, 15], моделирования динамики лесного напочвенного покрова [2, 16, 19, 20].

Пример использования ЭЦГ для интерпретации результатов непрямой ординации и классификации растительности приведен на рис. 2, где хорошо видно, насколько четко в ординационном пространстве группируются геоботанические площадки, классифицированные по признаку общности эколого-ценотической структуры. Следует отметить, что такой результат являлся типичным при анализе растительности лесов Европейской России.

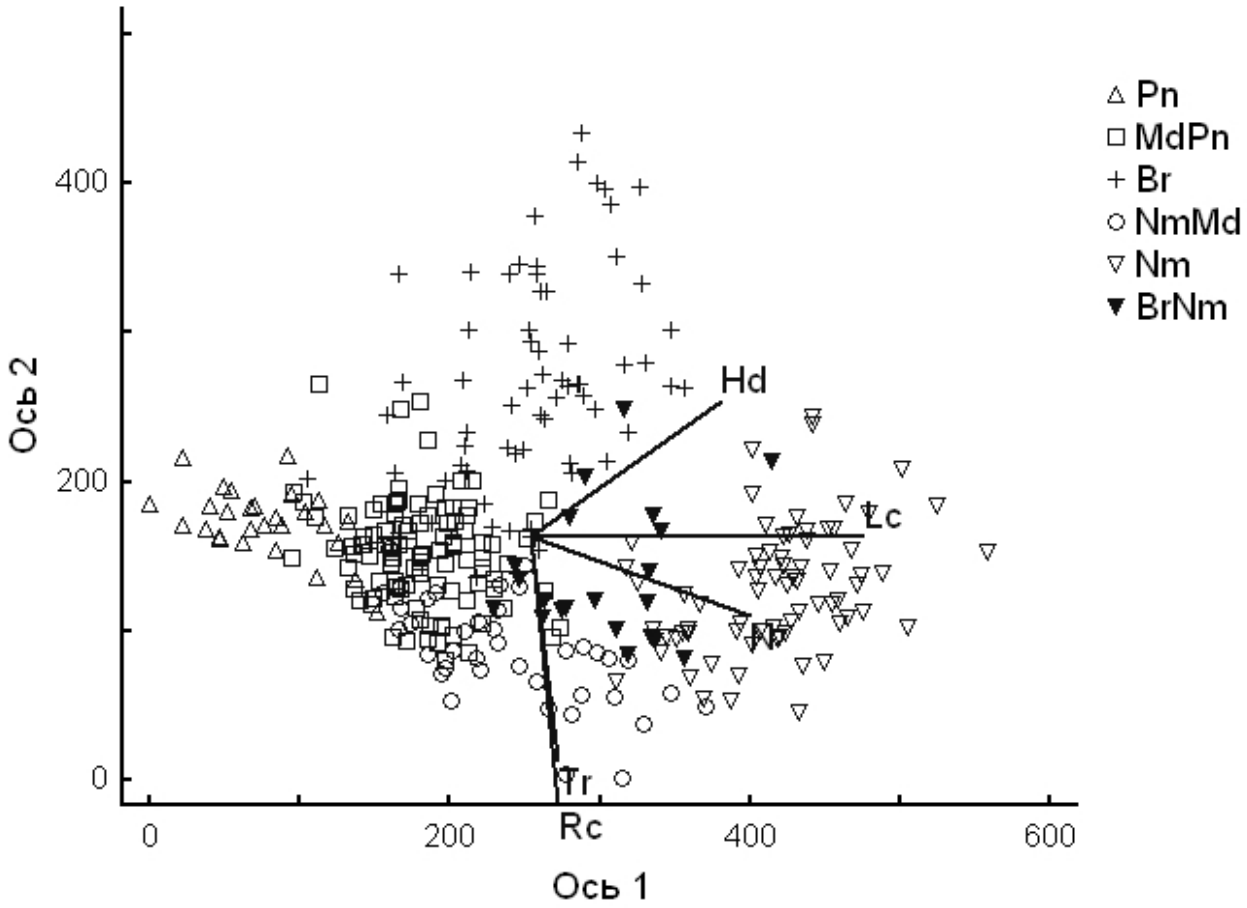


Рис. 2. Положение геоботанических описаний формации сосняков Воронежского заповедника в двух первых осях DCA вместе с векторами экологических факторов. Группы ассоциаций: Pn – боровая, MdPn - лугово-боровая, Br- бореальная, NmMd - неморально-луговая, Nm – неморальная, BrNm - бореально-неморальная. Экологические факторы: Hd – увлажнение почвы, Lc – освещенность, N – обеспеченность азотом, Tr – солевое богатство, Rc – кислотность почвы по шкалам Д.Н. Цыганова [17]. [14]

Другим примером использования ЭЦГ является алгоритм моделирования динамики биоразнообразия напочвенного покрова, предложенный М. В. Бобровским с соавторами [2]. Алгоритм построен путем использования: а) данных учета лесного фонда на уровне лесотаксационного выдела, б) базы данных ЭЦГ видов растений; в) базы данных геоботанических описаний растительности модельного региона; г) временных рядов динамики параметров лесных экосистем – результатов прогнозного моделирования. Алгоритм основан на использовании понятия типа леса, задаваемого через сочетание доминанта древостоя и

доминирующей ЭЦГ напочвенного покрова, а также на использовании единых принципов классификации лесотаксационных и геоботанических данных.

Анализ растительности по доминирующей в напочвенном покрове ЭЦГ на основе лесотаксационных данных впервые был предложен и апробирован Л.Б. Заугольновой [8]. Затем М.В. Бобровским и Л.Г. Ханиной [1] было предложено оценивать разнообразие напочвенного покрова для каждого лесотаксационного выдела через определение типа леса и расчет среднего числа видов на единицу площади для этого типа леса по региональной базе данных геоботанических описаний.

Эколого-ценотический подход к типологии растительности позволил использовать единые принципы классификации как лесотаксационных, так и геоботанических описаний. В результате при работе с лесотаксационными данными появилась возможность опосредованно количественно оценить разнообразие напочвенного покрова по геоботаническим данным, относящимся к тому же типу фитоценоза.

Предложенный алгоритм прогноза динамики разнообразия напочвенного покрова реализован в модели BioCalc [16]. Модель системы «лес-почва» EFIMOD [21] используется для получения временных рядов динамики параметров лесных экосистем при воздействиях разного рода (лесохозяйственная деятельность, изменение климата, азотные выпадения и т.п.). В модели BioCalc рассчитываются оценки биоразнообразия для каждого выдела на каждом шаге моделирования посредством смены доминирующей ЭЦГ в напочвенном покрове по правилам типа «ЕСЛИ - ТО», задаваемым экспертно. В целом по лесотаксационным данным, при условии привлечения геоботанической информации, можно определить следующие дополнительные оценки разнообразия растительности на уровне лесотаксационного выдела: 1) доминирующая в напочвенном покрове ЭЦГ; 2) тип леса; 3) уровень видового богатства растительности как отражение показателя видовой насыщенности типа леса (среднее значение или мода числа видов сосудистых растений на единицу площади). Было предложено использовать условную дискретную шкалу видовой насыщенности от 1 до 5, где 1 соответствует наименьшему, а 5 – наибольшему числу видов на единицу площади. Уровни видового богатства для основных типов растительных сообществ задаются на основе анализа региональных геоботанических описаний.

Алгоритм моделирования был апробирован на небольших территориях для различных сценариев лесохозяйственных воздействий [16, 19], а также на большой территории при одновременном симулировании различных режимов лесохозяйственных воздействий и климатических изменений [20]. Так, предложенный алгоритм и программа BioCalc были опробованы на участке ОЛХ «Русский лес» (Московская обл., Серпуховский район). Модельная территория граничит с Приокско-Террасным заповедником, в котором достаточно хорошо исследованы динамика лесной растительности и почвы. Это позволило нам использовать результаты исследования лесных экосистем в заповеднике для инициализации и моделирования динамики напочвенного покрова модельного участка, а также для частичной верификации результатов.

Динамика разнообразия напочвенного покрова моделировалась на основе результатов прогонов модели EFIMOD на период 200 лет при шаге моделирования один год для четырех сценариев лесопользования: заповедание (NAT) и рубки нормативные (LRU), выборочные (SCU) и самовольные (ILL). Прогоны откалиброванной модели EFIMOD были осуществлены при постоянных климатических, температурных и водно-физических условиях. При моделировании во всех сценариях не оценивали влияние ветровалов, болезней, пожаров, повреждения фитофагами. Тип условий местопроизрастания в ходе моделирования не менялся.

Результаты моделирования структуры живого напочвенного покрова и видового разнообразия растительности показаны на рис. 3 и 4.

Динамика доминирующих ЭЦГ в напочвенном покрове имела следующий характер (рис. 3). При сценарии «заповедание» наблюдалось возрастание числа выделов с доминированием неморальной и нитрофильной ЭЦГ одновременно с уменьшением числа выделов с доминированием бореальной ЭЦГ и исчезновением «боровых» выделов. При сценарии «нормативные рубки» наблюдалось преобладание выделов с доминированием бореальной ЭЦГ

при небольшом увеличении числа «неморальных» и сохранением достаточно большого числа «боровых» выделов. Сценарий «выборочные рубки» вел к доминированию в равной пропорции «бореальных» и «неморальных» выделов. При сценарии «самовольные рубки» сохранялась исходная пропорция выделов с различными доминирующими ЭЦГ в напочвенном покрове и преобладание выделов с доминированием боровой группы. Во всех сценариях с рубками выделы с доминированием нитрофильной группы не формировались. Значимая доля выделов с доминированием боровой и лугово-опушечной групп наблюдалась только при сценарии со сплошными рубками (рис. 3).

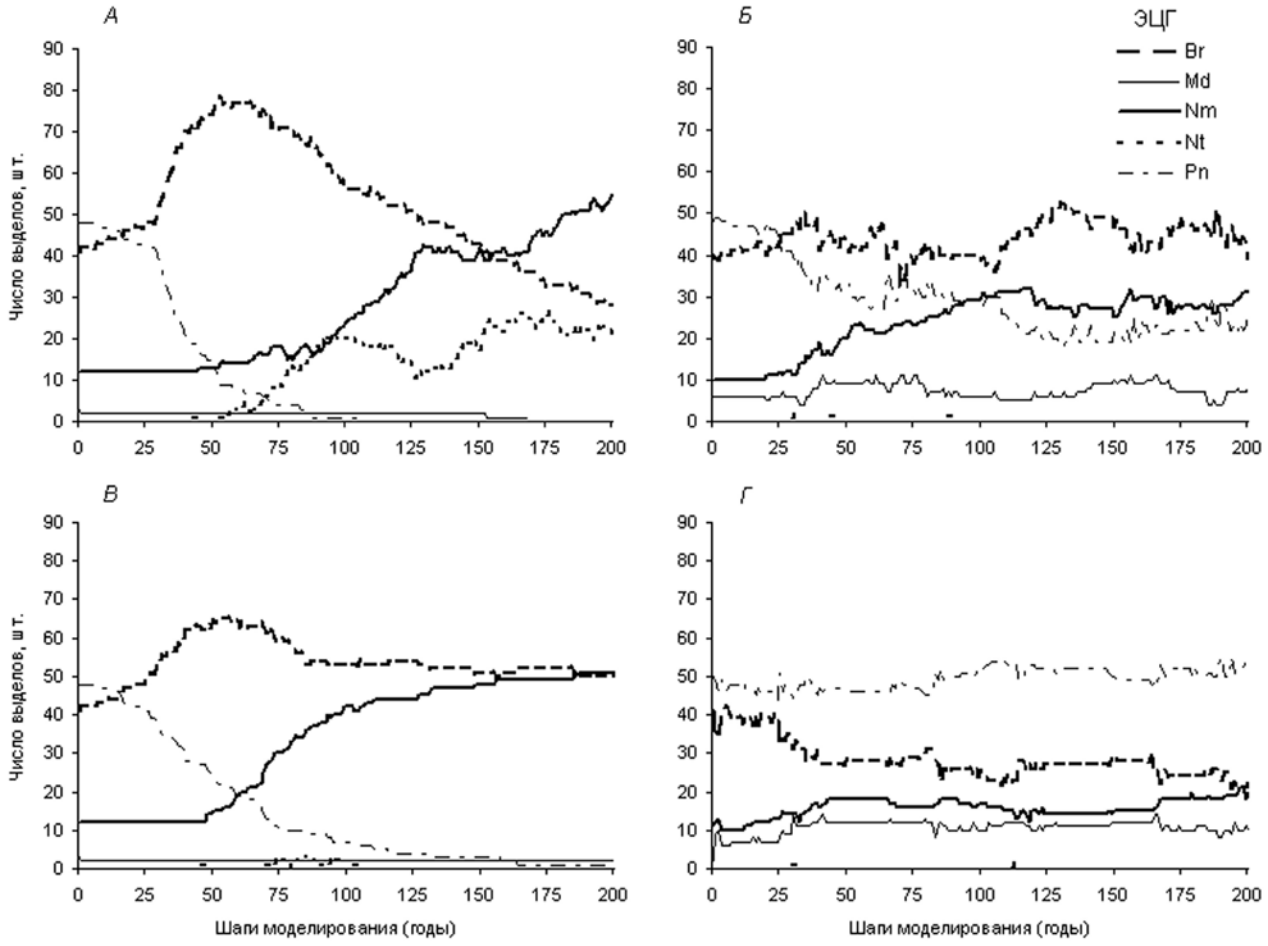


Рис. 3. Изменение числа выделов с доминированием в напочвенном покрове различных эколого-ценотических групп видов растений по результатам моделирования модельного участка ОЛХ «Русский лес» при сценариях «заповедание» (*А*), «выборочные рубки» (*Б*), «нормативные рубки» (*В*), «нелегальные рубки» (*Г*).

На начало моделирования на территории преобладали сосновые леса, бедные по числу видов сосудистых растений: выделы с рангом видового разнообразия 1 и 2 занимали 48 и 41% от общего числа выделов (Рис. 4, *А*). Затем, до 70-го шага моделирования, видовое разнообразие возрастало практически одинаково во всех сценариях (за исключением сценария «самовольные рубки») благодаря увеличению числа выделов с доминированием бореальной и неморальной ЭЦГ в напочвенном покрове. После 70-го шага моделирования, суммарное видовое разнообразие продолжало расти при сценариях заповедания и выборочных рубок, но оставалась практически стабильным при сценарии «нормативные рубки». После 85-го шага суммарное видовое разнообразие стало значительно выше в сценарии естественного развития, по сравнению с остальными сценариями. Суммарное видовое разнообразие было самым низким при сценарии «самовольные рубки» в течение практически всего моделируемого периода (рис.

4). Таким образом, по результатам моделирования, стратегия заповедания вела к более высокому видовому разнообразию напочвенного покрова, если спонтанное развитие лесной растительности происходило достаточно длительное время (более чем 100 лет на модельном участке).

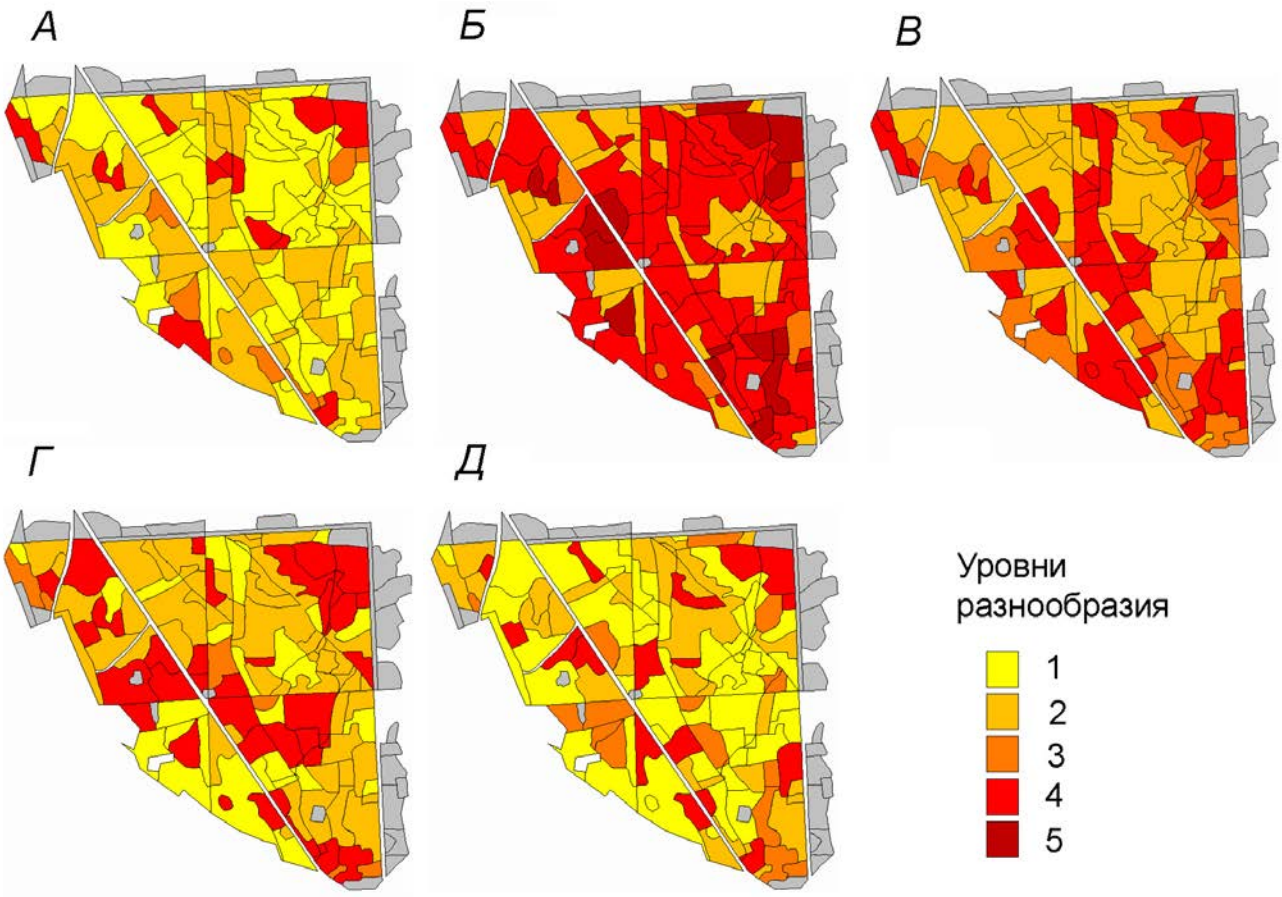


Рис. 4. Динамика разнообразия напочвенного покрова модельного участка ОЛХ «Русский лес» на начальный момент моделирования (*А*) и через 200 лет развития при сценариях «заповедание» (*Б*), «выборочные рубки» (*В*), «нормативные рубки» (*Г*), «нелегальные рубки» (*Д*)

В целом в условиях отсутствия каких-либо экзогенных повреждений растительности лесное хозяйство с рубками разного типа поддерживает более высокое экосистемное разнообразие территории по сравнению с режимом абсолютного заповедания. Вместе с тем, только при отсутствии лесохозяйственных воздействий с течением времени формируется богатый по числу видов хвойно-широколиственный лес зонального типа с доминированием ели и широколиственных видов в древостое и нитрофильных и неморальных групп видов в напочвенном покрове. Рубки любого типа (ухода, выборочные, главного пользования) существенно упрощают структуру лесных сообществ и приводят к потерям видового разнообразия по сравнению со сценарием естественного развития.

Перспективы развития концепции ЭЦГ определяются современными задачами, которые встают перед исследователями; среди них, на наш взгляд, наиболее актуальными являются следующие. 1). Развитие ЭЦГ в направлении более четкой связи с измеряемыми параметрами почв, используемых при моделировании лесных экосистем (прежде всего, отношение C / N, запаса подстилки, содержание гумуса, содержание тех или иных химических элементов в почве). 2). Развитие ЭЦГ в направлении учета параметров биомассы растений и скоростей их разложения для перехода к задачам моделирования динамики напочвенного покрова «с обратной связью» – в качестве отдельной подсистемы в моделях циклов элементов системы

«лес-почва». 3). Развитие системы ЭЦГ в направлении более четкой связи, подтвержденной формальными методами, с микросайтами разных типов, выделяемых в наименее антропогенно нарушенных сообществах.

Работа выполнена при частичной поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бобровский М.В., Ханина Л.Г.* 2004. Количественная оценка разнообразия растительности на локальном уровне по лесотаксационным данным // Лесоведение. № 3. С. 28–34.

2. *Бобровский М.В., Ханина Л.Г., Комаров А.С., Михайлов А.В.* 2005. Моделирование динамики напочвенного покрова лесных экосистем // Г.Ю. Резниченко (ред.). Математика. Компьютер. Образование. Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика. Выпуск 12. Т. 3. С. 1022–1030.

3. *Булохов А.Д.* 1993. Фитоценология и флористика: анализ флоры в синтаксономическом пространстве // Журн. общ. биол. Т.54. № 2. С. 201–209.

4. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. 2004. / Под ред. О.В. Смирновой. М.: Наука. Т. 2. 575 с.

5. *Зозулин Г. М.* 1973. Исторические свиты растительности Европейской части СССР // Бот. журн. Т. 58, № 8. С. 1081–1092.

6. *Каразия С.* 1977. Фитоцено-экологические группы растений лесов Литовской ССР // Тр. Литов. НИИ лесного хозяйства. Т. 17. С. 3–10.

7. *Ниценко А.А.* 1969. Об изучении экологической структуры растительного покрова // Бот. журн. Т. 54, № 7. С. 1002–1014.

8. Оценка и сохранения биоразнообразия лесного покрова в заповедниках Европейской России. 2000. / Под ред. Заугольновой Л.Б. М.: Научный мир. 196 с.

9. *Рубашко Г.Е., Ханина Л.Г., Смирнов В.Э.* 2010. Анализ динамики растительных группировок муравейников *Formica rufa //* Зоологический журнал. Т. 89. № 12. С. 1448–1455.

10. *Сабуров Д.Н.* 1972. Леса Пинеги. Л.: Наука. 173 с.

11. *Смирнов В.Э., Ханина Л.Г., Бобровский М.В.* 2006. Обоснование системы эколого-ценотических групп видов растений лесной зоны Европейской России на основе экологических шкал, геоботанических описаний и статистического анализа // Бюлл. МОИП. Сер. Биологическая. Т. 111. № 1. С. 27–49.

12. *Смирнова О.В., Ханина Л.Г., Смирнов В.Э.* 2004. Эколого-ценотические группы в растительном покрове лесного пояса Восточной Европы / Ред. О.В. Смирнова. Восточно-Европейские леса (история в голоцене и современность). М.: Наука. Т. 1. С. 165–175.

13. *Смирнова О.В., Бобровский М.В., Ханина Л.Г., Смирнов В.Э.* 2006. Сукцессионный статус старовозрастных темнохвойных лесов Европейской России // Успехи современной биологии. Т. 126. № 1. С. 27–49.

14. *Стародубцева Е.А., Ханина Л.Г.* 2009. Классификация растительности Воронежского заповедника // Растительность России. СПб.. № 14. С. 63–141.

15. *Ханина Л.Г., Смирнов В.Э., Бобровский М.В.* 2002. Новый метод анализа лесной растительности с использованием многомерной статистики (на примере заповедника "Калужские засеки") // Бюлл. МОИП. Сер. Биологическая. Т. 107. № 1. С. 40–48.

16. *Ханина Л.Г, Бобровский М.В., Комаров А.С., Михайлов А.В., Быховец С.С., Лукьянов А.М.* 2006. Моделирование динамики разнообразия лесного напочвенного покрова // Лесоведение. № 1. С. 70–80.

17. *Цыганов Д.Н.* 1983. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М. 198 с.

18. *Ellenberg H., Weber H.E., Dull R., Wirth V., Werner W., Paulisen D.* 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa // Scripta Geobotanics. V. 18. Verlag Erich Goltze KG, Gottingen. 248 s.

19. *Khanina L., Bobrovsky M., Komarov A., Mikhajlov A.* 2007. Modelling dynamics of forest ground vegetation diversity under different forest management regimes // Forest Ecology and Management. V. 248. P. 80–94.

20. *Khanina L., Bobrovsky M., Komarov A., Shanin V., Bykhovets S.* 2011. Model predictions of effects of different climate change scenarios on species diversity with or without management intervention, repeated thinning, for a site in Central European Russia // Proc. Int. Conf. Nitrogen Deposition, Critical Loads and Biodiversity. Edinburgh, UK. Springer.

21. *Komarov A.S., Chertov O.G., Zudin S.L., Nadporozhskaya M.A., Mikhailov A.V., Bykhovets S.S., Zudina E.V., Zoubkova E.V.* 2003. EFIMOD 2 - a model of growth and cycling of elements in boreal forest ecosystems // Ecological modelling. V. 170. P. 373–392.

22. *McCune B., Grace J.B.* 2002. Analysis of Ecological Communities. MjM SoftWare Design. 300 p.

23. *Smirnova O., Zaugol'nova L., Khanina L., Braslavskaya T., Glukhova E.* 2006. FORUS - database on geobotanic relevés of European Russian forests // Математическая биология и биоинформатика: I Международная конференция, г. Пущино, 9-15 октября 2006 г.: Доклады / Под ред. В.Д.Лахно. М.: МАКС Пресс. С. 150–151.

IMPROVEMENT OF ECOLOGICAL-COENOTIC GROUP CONCEPT FOR VEGETATION CLASSIFICATION, NUMERICAL ANALYSIS, AND PLANT DIVERSITY DYNAMICS SIMULATION

© 2012 L.G. Khanina [1], V.E. Smirnov [1], M.V. Bobrovsky [2]

[1]Institute of Mathematical Problems in Biology of Russian Academy of Sciences
[2]Institute of Physico-Chemical and Biological Problems in Soil Sciences of Russian Academy of Sciences

A concept of the basic system of the seven ecological-coenotic groups of plant species is applied for various objectives. There was described a n umerical analysis used for the group composition verification. The ecological characteristics of these groups are illustrated by boxplots of the Ellenberg indicator values. Examples of the system applications include vegetation classification, assessment of structural vegetation diversity, prognosis and simulation of dynamics of forest ground vegetation under different forest management scenarios. Challenges for the ecological-coenotic system improvement are shown.

Keywords: *numerical analysis, vegetation classification, biodiversity assessment, simulation of ground vegetation dynamics, BioCalc, EFIMOD*

Khanina Larisa, PhD, Head of Laboratory of Computational Ecology. E-mail: lkhanina@rambler.ru; *Smirnov Vadim*, PhD, Senior Scientific Researcher. E-mail: vesmirnov@rambler.ru; *Bobrovsky Maxim*, PhD, Leading scientific researcher. E-mail: maxim.bobrovsky@gmail.com; *Glukhova Elena*, Scientific Researcher. E0mail: lglukhova@rambler.ru

УДК 581.552

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ МАЛОНАРУШЕННЫХ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

© 2012 А.И. Широков, В.В. Сырова

Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского, г. Нижний Новгород

Рассматриваются особенности мозаичной организации хвойно-широколиственных лесов европейской России с позиций парцеллярно-ценотической динамики, обусловленной процессами в популяциях древесных эдификаторов.

Ключевые слова: *парцеллярное сложение, ценотическая структура, хвойно-широколиственные леса, ценотическая мозаика, ценотическая гетерогенность, онтогенез дерева, световое окно.*

Хвойно-широколиственные леса представляют собой эколого-ценотически обобщенную категорию, объединяющую довольно разнообразные по составу растительные сообщества, но характеризующуюся одновременным участием в древостое как хвойных, так и широколиственных видов деревьев. В среднем и отчасти позднем голоцене хвойно-широколиственные леса занимали большую часть Восточной Европы. В настоящее время они сохранились лишь в виде небольших вкраплений в пределах всей лесной зоны [2]. Согласно ботанико-географическому районированию [7] в настоящее время выделяются такие зональные комплексы, как Среднеевропейские широколиственно-темнохвойные леса, Прибалтийско-Белорусские подтаежные широколиственно-еловые леса, Североевропейские южнотаежные и подтаежные широколиственно-еловые леса, Камско-Печерско-западноуральские южнотаежные и подтаежные широколиственно-пихтово-еловые леса. Они характеризуются сходной ценотической структурой и динамикой, но несколько отличаются по составу ключевых видов деревьев и флористическому составу, что связано с современными различиям природно-климатических условий в пределах их распространения.

Воздействие человека на растительный покров, длившееся несколько тысячелетий, привело к необратимым изменениям его структуры, динамики и механизмов регуляции устойчивости биосистем разного уровня. Одним из наиболее хорошо сохранившихся (в плане площадей и структурных особенностей) хвойно-широколиственных комплексов являются южнотаежные темнохвойно-широколиственные леса, расположенные на суглинках. Хвойно-широколиственные леса приуроченные к песчаным почвам характеризуются наибольшей нарушенностью, что связано с подвижностью и сильной дренированностью субстрата, обусловливающего формирование выраженного пирогенного комплекса. Поэтому в качестве модельных сообществ в данном разделе мы рассматриваем неморальнотравяные пихто-ельники с широколиственными породами.

Рассматривая пространственную организацию малонарушенных темнохвойно-широколиственных сообществ, большинство исследователей [6,5,4,3,1 и др.] отмечают их высокую гетерогенность. С позиций популяционной организации растительного покрова внутриценотическая гетерогенность лесного фитоценоза обусловливается популяционной жизнью ключевых видов деревьев (эдификаторов). При этом спонтанное осуществление онтогенеза особей разных видов деревьев обусловливает формирование разновозрастного и разнородного древостоя (в вертикальном направлении) и перманентное образование «окон в пологе леса», формирующее мозаичную или парцеллярную неоднородность (в горизонтальном направлении) сообщества. В свою очередь, парцеллярная динамика ненарушенного сообщества способствует поддержанию сообщества в устойчивом состоянии [2].

Широков Александр Игоревич, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники, директор Ботанического сада Нижегородского госуниверситета им. Н.И. Лобачевского. E-mail: aishirokov@mail.ru; *Сырова Вера Валерьевна*, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры ботаники, Нижегородского госуниверситета им. Н.И. Лобачевского. E-mail: vvsyrova@mail.ru

Таким образом, для определения малонарушенных хвойно-широколиственных сообществ можно выделить ряд диагностических признаков.

1. Высокое флористическое разнообразие в травяно-кустарничковом покрове - до 40 видов на 400 м^2. Высокая флористическая гетерогенность – одновременное участие видов бореальной (включая крупнотравье и мелкотравье), неморальной и опушечной групп. Разнообразие ключевых (эдификаторных) видов (разнообразных по жизненной стратегии, по эдификаторным свойствам, по морфолого-габитуальным характеристикам, по специфичности размножения, развития и т.д.). Так для хвойно-широколиственных сообществ характерно одновременное участие темнохвойных видов (ель, пихта), широколиственных (дуб, липа, вяз, местами бук) и мелколиственных (береза, осина).

2. Разновозрастность ценопопуляций ключевых видов – присутствие в сообществе особей эдификаторных видов находящихся на разных стадиях онтогенетического развития, что обеспечивает устойчивость сообщества в целом.

3. Пространственная гетерогенность фитоценоза и выраженность парцеллярного сложения, прежде всего мозаика пятен возобновления эколого-ценотически разнородных эдификаторов включая темнохвойные, широколиственные и мелколиственные виды деревьев. Эта мозаичность обуславливает гетерогенность микроместообитаний для других видов. Динамика таких регенерационных пятен обуславливает поддержание флористической и структурной гетерогенности ценоза в целом.

4. Наличие системы ветровально-почвенного комплекса (ВПК), формирующей необходимый набор экологических ниш для эколого-ценотически разнородных видов животных и растений.

Наличие спонтанно образующихся окон является одним из главных признаков ненарушенного сообщества. Как показывают наши исследования соотношение окон, как фрагментов сообществ с отсутствием деревьев, и фрагментов ценотического пространства с сомкнутым пологом древостоя в различных малонарушенных хвойно-широколиственных сообществах значительно варьирует. При этом площадь окон составляет от 5 до 40 % от площади всего сообщества. Для хвойно-широколиственных сообществ характерны окна сравнительно малых размеров. Их площадь часто не превышает 200-600 м^2, шириной не более 10-15 м. Наши исследования показывают, что окон такого размера вполне достаточно для возобновления таких теневыносливых пород, как ель, липа, пихта, ильм. Размеры окон в различных хвойно-широколиственных сообществах существенно варьируют от 75 до 1249 м^2, что создает эколого-ценотически разнокачественные условия для возобновления деревьев имеющих различную биоэкологическую специфичность.

Зарастание окон происходит в несколько этапов и осуществляется за счет бокового разрастания крон деревьев, окружающих окно; роста в высоту подроста деревьев сохранившегося до образования окна; и, наконец, развития вновь поселившихся в окне растений. Различные стадии развития окон, от молодого подроста до древостоя образованного сенильными особями, формируют сложную парцеллярно-мозаичную систему хвойно-широколиственного фитоценоза. Элементы такой мозаики значительно отличаются по видовому составу древостоев, что связано со значительным разнообразием видов деревьев и их биоэкологической и ценотической специфичностью. Проведенные нами исследования парцеллярного сложения [8] ненарушенных пихтово-ельников липовых Поветлужья позволили выделить следующие группы парцелл по преобладающей в древостое породе (или его отсутствия) с учетом возрастного развития деревьев:

1. Парцеллы с преобладанием в древостое генеративной ели – занимают 27,1% от площади ценоза;

2. Парцеллы с преобладанием в древостое генеративной пихты – занимают 6,5% от площади ценоза;

3. Парцеллы с преобладанием в древостое генеративной липы занимают 19,2% от площади ценоза;

4. Парцеллы с преобладанием в древостое генеративных особей мелколиственных пород (береза, осина, ольха) занимают 7,4% от площади ценоза;

5. «Молодые парцеллы» с преобладанием молодых особей хвойных и лиственных пород (лишены полога древостоя образованного взрослыми деревьями, представляют собой зарастающие окна) занимают – 34,8% от площади ценоза;

6. Свежеобразовавшиеся окна в пологе древостоя в результате распада (характерно развитие высокотравья и подлеска) занимают 5% от площади ценоза.

Совокупность окон, находящихся на разных стадиях развития и включающих различные сочетания преобладающих видов деревьев в формирующемся пологе и представляет собой мозаично-парцеллярную систему ненарушенного сообщества, динамика которой обусловливает устойчивое состояние ненарушенного сообщества. Видовая специфичность древостоя в данных возрастных парцеллах связана с различными биоэкологическими свойствами древесных пород (главным образом - пихты, ели, липы), прежде всего – популяционными механизмами захвата и удержания территории. Именно эти свойства обуславливают смены данных парцелл, что в целом обуславливает гомеостаз сообщества. Такие смены происходят по схеме, которая отражает основные принципы смены доминантов древостоя выделенных парцелл. В ней можно выделить следующие стадии:

1. Парцелла с преобладанием в древостое генеративной ели и пихты, с доминированием в подросте липы вегетативного происхождения и сильно угнетенных особей хвойных видов (доминирование липы обусловлено активным вегетативным размножением);

2. Распад хвойного древостоя молодые особи липы быстро активизируют ростовые процессы, значительно угнетая хвойный подрост (высокая конкурентоспособность липы в этих условиях связана с тем, что под пологом ели и пихты она образует плотно сомкнутый полог из кустарниковой формы);

3. Формирование на месте окна парцеллы с доминированием в древостое генеративной липы и доминированием в подросте хвойных видов (преобладание в подросте хвойных видов связано с их способностью при недостатке света переходить в длительное состояние полупокоя, снижая ростовые процессы до минимума; при этом за длительный период, со времени господства на данном участке еловой парцеллы и распада елового древостоя, происходит «накопление» имматурных и виргинильных особей хвойных видов, заселивших гумифицированный валеж последнего распада, достаточное для подавления конкуренции липового подроста);

4. Распад древостоя парцеллы с липовым древостоем и активизация роста «накопившегося» хвойного подроста, легко подавляющего конкурентное воздействие угнетенной липы;

5. Формирование парцеллы с преобладанием в древостое генеративных особей хвойных.

Данная схема условна и представляет собой несколько утрированный вариант. Естественно не во всех парцеллах может происходить смена видов в древостое, что связано с комплексом случайных факторов воздействующих на внутриценотические динамические процессы, спонтанности образования окон и постоянным передвижением в пространстве ценоза контуров парцелл.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абатуров Ю.Д., Зворыкина К.В., Орлов А.Я., Письмеров А.В.* Типы леса // Коренные темнохвойные леса южной тайги. М..: Наука, 1988. С. 48-130.

2. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность / под ред. О.В. Смирновой. Т. 2. М.: Наука, 2004. 575 с.

3. *Дылис Н.В., Прокуронов И.Б.* О структуре коренного типа елового леса южной тайги // Кологривский лес (Экологические исследования). М.: Наука, 1986. С. 6-21.

4. *Карпов В.Г.* Экспериментальный анализ механизмов конкуренции между елью и дубом черешчатым в биогеоценозах южной тайги // Экспериментальное изучение биогеоценозов тайги. Л., 1969. С. 80-105.

5. *Ниценко А.А.* Еловые леса Ленинградской области // Вестник ЛГУ. Биология. 1960. № 9, вып. 2. С. 5-16.

6. *Порфирьев В.С.* Елово-широколиственные леса Раифы // Тр. об-ва естеств. при КазГУ. Т. LXIV. Казань: КазГУ, 1961. С. 63-145.

7. Растительность европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. 429 с.

8. *Широков А.И.* Использование метода парцеллярного анализа для оценки структурного биоразнообразия лесных сообществ // Лесоведение. 2005, № 1. С. 19-27.

SPATIAL ORGANIZATION OF INTACT NATURAL CONIFERO – BROADLEAF FORESTS OF EUROPEAN RUSSIA

© 2012 A.I. Shirokov, V.V. Syrova

N.I. Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod

The features of the mosaic organization of conifero – broadleaf forests of European Russia from the standpoint of partsell-cenotical dynamics resulting from processes in populations of trees edificators.

Key words: *partsellar addition, coenotic structure of conifero – broadleaf forests, coenotic mosaic, coenotic heterogeneity, ontogeny of tree, light window.*

Shirokov Aleksandr Igorevich, candidate of biology, associate professor of the Chair of Botany, director of Botanical Garden of the N. I. Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod. E-mail: aishirokov@mail.ru; *Syrova Vera Valerievna*, candidate of biology, senior teacher of the Chair of Botany of the N. I. Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod. E-mail: vvsyrova@mail.ru

ЭКОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ

УДК 581.526.65:633.1 (477.75)

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОРДИНАЦИЯ СЕГЕТАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР КРЫМА (УКРАИНА)

© 2012 Н.А. Багрикова

Никитский ботанический сад-Национальный научный центр НААН Украины, г. Ялта

Приводится синтаксономическая схема и описание сегетальных сообществ зерновых культур. На основании ординационного подхода рассматриваются экологические особенности, позволившие выявить характерные черты сорной растительности Крыма.

Ключевые слова: *сегетальная растительность, зерновые культуры, ординация, шкалы Элленберга, Крым.*

Несмотря на относительно небольшую площадь (около 27 тыс. км^2), Крымский полуостров отличается значительным разнообразием природных условий. Поэтому, согласно физико-географического районирования Горную часть относят к Крымско(-Кавказской) горно-лесной физико-географической стране, Равнинный Крым – к Степной физико-географической провинции в составе Восточно-Европейской физико-географической страны [15], по геоботаническому районированию [5] Крым входит в состав шести округов из двух областей – Европейско-Азиатской степной и Средиземноморской лесной; по агроклиматическому районированию [4] – делится на 20 районов и три округа. Географическое положение и природные условия предопределили особенности исторического и хозяйственного развития полуострова. Сегодня более 70% площади распахано, и Крым входит в число земледельчески интенсивно освоенных территорий. Сельское хозяйство специализировано в зерново-животноводческом направлении, на виноградарстве, садоводстве, овощеводстве, на выращивании эфиромасличных культур [1, 15], которые возделываются, в основном, в степной зоне, а также в нижнем и среднем поясах в южнобережных и предгорных районах, на высотах от 5 до 600 м н.у.м. Климат на большей части территории засушливый и очень засушливый, умеренно-жаркий и жаркий, с умеренно мягкой зимой, в предгорных районах климат полузасушливый или полувлажный, теплый, с относительно мягкой зимой, продолжительность безморозного периода – 290-350 дней. Годовая сумма осадков 340-610 мм, среднегодовая температура – 8,5-13,2°С, коэффициент увлажнения Н.Н. Иванова (отношение суммы осадков к испаряемости) – 0,33-0,80 [4].

История ботанических исследований полуострова насчитывает более 220 лет, но систематическое флористическое и геоботаническое изучение агроценозов было начато в 1950-1970 годах. Были определены типы засоренности, выявлены основные сорные растения и их распространение в различных природных зонах и в разных культурах [6-8, 12]. К 1980-м годам в фитоценотических исследованиях назрела необходимость изучения сорных сообществ с применением эколого-флористического подхода. К 2011 г. в агроценозах зерновых, пропашных культур, на винорадниках, в плодовых и технических насаждениях было описано не менее 51 ассоциации из 14 союзов, 6 порядков и 3 классов (*Stellarietea mediae, Artemisietea vulgaris, Oryzetea sativae*) [1-3, 13, 16].

Однако классификация в фитоценотическихх исследованиях не является самоцелью, а играет роль фундамента для дальнейшего углубления представлений о природе растительности, взаимосвязи растительности и среды [9]. Поэтому нами на основе ординационного анализа предпринята попытка выявить характерные черты, экологические особенности сорной растительности Крыма на примере сообществ, описанных в зерновых культурах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для анализа использовано более 250 геоботанических описаний, выполненных в посевах

Багрикова Наталия Александровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории флоры и растительности. E-mail: nbagrik@i.ua, nbabrik@ukr.net

озимых и яровых культур пшеницы, ячменя и овса, в том числе, 40 – взято из литературных источников [13], 212 – из архивных данных отдела флоры и растительности Никитского ботанического сада. Последние были сделаны в 1973-1975 гг. С.К. Кожевниковой и Л.В. Махаевой, но классификация растительности на основании этих материалов до сих пор не была построена. Синтаксономия, кластерный анализ выполнены на основе использования пакетов программ TURBOVEG 2.0 [17], PC-ORD в JUICE 7.0 [22]. Оценка факторов среды проводилась по косвенным показателям, опиралась на видовой состав, выявленный из геоботанических описаний. Поэтому ординационный анализ проводился методом непрямой ординации – смещенного анализа соответствий (DCA-analysis), экологическая координация синтаксонов и оценка факторов среды – на основе использования шкал Элленберга, реализованных в пакетах R-PROJECT [19] в JUICE.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В конце прошлого столетия на полях зерновых культур Крыма В.А. Соломахой [13] в составе союзов *Chenopodio albi-Descurainion sophiae, Caucalidion lappulae*, порядка *Secalietalia* (Br.-Bl. 1931 em 1936) J. et R. Tx. 1960, класса *Secalietea* Br.-Bl. 1951 было выявлено пять ассоциаций, четыре из которых описывались как новые. Выполненные нами обработка архивных материалов, собственных описаний, критический анализ ранее описанных сообществ и обзор отечественных и зарубежных публикаций позволили дополнить продромус, пересмотреть названия и определить положение единиц в системе классификации растительности Европы. При выделении и характеристике синтаксонов использованы единые блоки диагностических видов (D.s.), без разделения на характерные и дифференцирующие.

В результате анализа было выделено 16 кластеров (рис. 1), которые были идентифицированы как 7 ассоциаций. Ведущие факторы в формировании сообществ определены на основании DCA-анализа (рис. 1). Размещение синтаксонов вдоль градиентов факторов среды (рис. 2) позволило выявить некоторые характерные особенности описанных сообществ. Ниже приводится синтаксономическая схема и краткое описание сообществ.

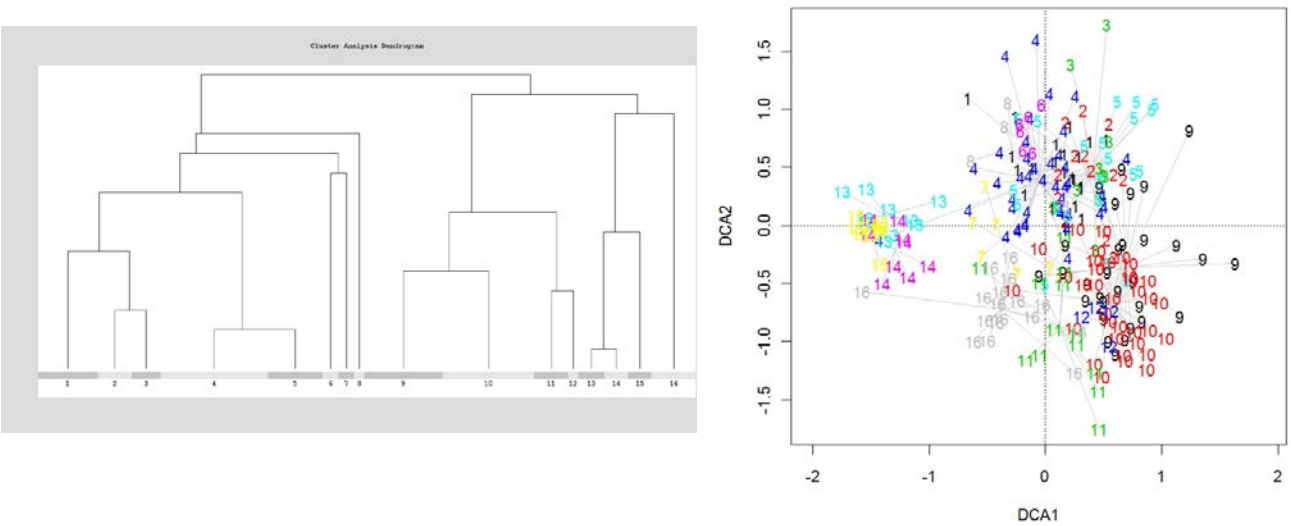


Рис. 1. Дендрограмма кластерного анализа и результаты DCA-анализа (16 кластеров соответствуют 7 ассоциациям).

Класс ***Stellarietea mediae*** R.Tüxen, Lohmeyer & Preising in R.Tüxen ex von Rochow 1951
Порядок ***Centaureetalia cyani*** Tüxen, Lohmeyer & Preising in Tüxen ex von Rochow 1951
Союз ***Caucalidion lappulae*** Tüxen ex von Rochow 1951
1. Acc. ***Lathyro tuberosae-Adonidetum aestivalis*** Kropáč & Hadač in Kropáč, Hadač & Hejný 1971 (Cluster 13)

D.s.: *Adonis aestivalis* L., *Bifora radians* M.Bieb., *Consolida orientalis* (J. Gay) Schrodinger, *Iva xanthiifolia* Nutt., *Euphorbia falcata* L.

Сообщества в качестве новой ассоциации *Adonido aestivalis-Consolidetum orientalis* V.Sl. 1990 были описаны в агроценозах зерновых культур в степной зоне Крыма на южных карбонатных или солонцеватых черноземах в 1990 г. [13]. Сходные сообщества с таким же набором диагностических видов ранее выявлены на полях зерновых культур в теплых районах в Центральной Европе (в Германии, Словении, Чехии, Венгрии, Румынии) [23]. Поэтому приведенное В.А. Соломахой [13] название является синонимом описанной в Европе ассоциации. Коэффициент альфа-разнообразия (А) = 11-15.

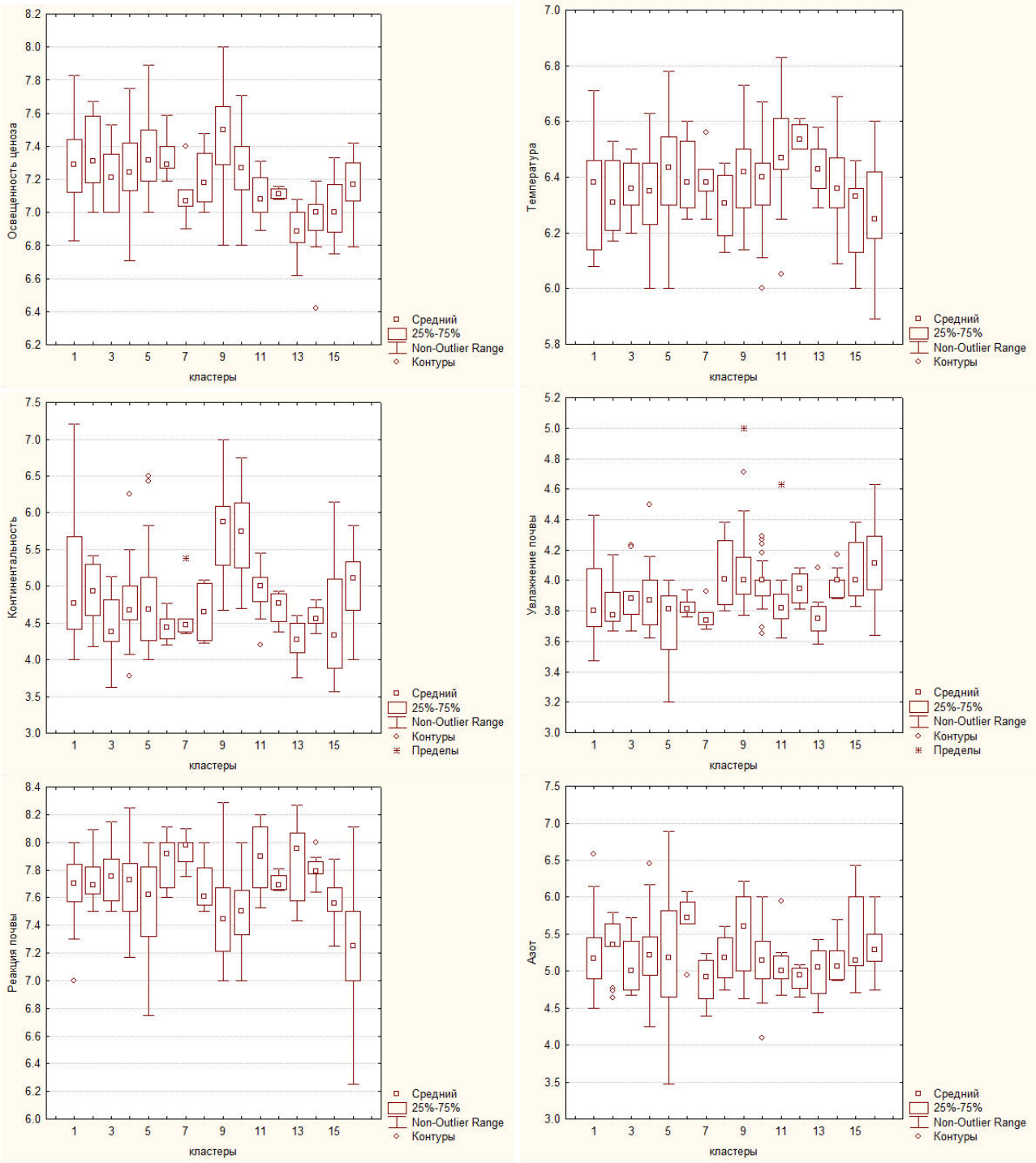


Рис. 2. Распределение сорных сообществ зерновых культур на градиентах факторов среды (с использованием шкал Элленберга в пакетах программ R-project в JUICE и Box & Whiskers plot в Statistica 6.0).

2. Acc. ***Biforo radiantis-Ranunculetum arvensis*** V.Solomakha 1990 corr. Bagrikova nom. prov. (Cluster 14)

D.s: *Allium rotundum* L., *Anthemis altissima* L., *Avena fatua* L., *Buglossoides arvensis* (L.) I.M.Johnst., *Cardaria drada* (L.) Desv., *Neslia paniculata* (L.) Desv., *Ranunculus arvensis* L., *Scandix pecten-veneris* L.

Ассоциация *Biforo radiantis-Ranunculetum muricatae* V.Sl. 1990 выявлена в агроценозах зерновых культур в Горном Крыму в конце 80-х гг. [13]. Подобные сообщества (*Galio tricornuti-Ranunculetum arvensis* Kaligarič 2001) описаны в зерновых культурах в Центральной Европе (юг Словении). Они характерны для теплых районов, произрастают на относительно влажных и богатых почвах [18, 21]. Проведенная нами синтаксономическая ревизия позволяет утверждать, что, скорее всего, вместо *Ranunculus muricatus* L. в качестве диагностического следует использовать *Ranunculus arvensis* L., т.к. первый вид имеет локальное распространение в Крыму (на ЮБК и в западном предгорном районе) и приурочен к влажным местам, тогда как В.А. Соломахой [13] сообщества описаны на бурых горно-лесных остепненных щебнистых почвах в восточном предгорном районе. Согласно ст. 43 «Кодекса фитосоциологической номенклатуры» [24] название ассоциации подлежит корректировке. Таксономические исследования [11] позволяют заменить *Allium waldsteinii* G. Don f. на *A. rotundum* L. A = 13-21.

3. Acc. ***Ornithogalo pontici-Vicietum dasycarpae*** V.Solomakha 1990 (Cluster 15)

D.s.: *Aegilops cylindrica* Host, *Alyssum hirsutum* M.Bieb., *Ornithogalum ponticum* Zahar., *Vicia varia* Host.

Характерна для агрофитоценозов зерновых культур предгорной части Крыма, распространена на дерново-карбонатных и бурых горно-лесных почвах, а также на черноземах на глинистых почвах [13]). Также как и предыдущие две ассоциации, отличается наименьшими показателями на градиентах континентальности и освещенности ценоза, обусловленное, вероятнее всего, экотонным эффектом (рис. 2). A = 8-18.

4. Acc. ***Centaureo depressae-Papaveretum nothi*** V.Solomakha 1990 (Cluster 16)

D.s.: *Centaurea depressa* M.Bieb., *Chondrilla juncea* L., *Papaver rhoeas* L.

Ассоциация выделена на полях зерновых культур в северной части степного Крыма [13]. Обработка архивных описаний позволяет сделать вывод о том, что данные сообщества отмечались в центральной и юго-восточной частях степного Крыма и в 70-х годах. Они распространены на южных карбонатных черноземах и каштановых солонцеватых почвах. Согласно А.Д. Михеева [10], С.Л. Мосякин, Н.М. Федорончука [20] *Papaver nothum* Steven = *P. strigosum* (Boenn.) Schur. = *P. rhoeas*. Поэтому диагностическим видом следует считать *Papaver rhoeas*. Сообщества характеризуются наибольшим диапазоном, но наименьшими средними значениями фактора на градиенте реакции почвы (рис. 2). A = 11-21.

5. Acc. ***Erysimo repandi-Descurainietum sophiae*** V.Solomakha 1988 (Cluster 9-10)

D.s.: *Alyssum calycinum* L., *Camelina microcarpa* Andrz., *Chenopodium album* L., *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl, *Erysimum repandum* L., *Reseda lutea* L.

Сообщества под названиями *Camelino sylvestris-Descurainietum sophiae* V.Sl. 1988, *Erysimo repandi-Descurainietum sophiae* V.Sl. 1988 были описаны на юге степной зоны Украины в агроценозах зерновых культур на южных черноземах [14]. Для северной части степной зоны Крыма они были приведены В.А. Соломахой [13] под новым названием – *Camelino sylvestris-Erysimetum repandi* V.Sl. 1990. Сообщества имели широкое распространение в посевах озимых и яровых культур в равнинном Крыму еще в 70-х годах, в том числе в центральной части степной зоны и на Керченском полуострове, но наиболее представлены на севере Крыма. Отличаются наибольшими значениями на градиенте континентальность (рис. 2). На наш взгляд одно из первых названий больше отражает специфику описанных сообществ, поэтому оно приводится нами в качестве валидного. A = 5-11.

Союз *Veronico-Euphorbion* Sissingh ex Passarge 1964

6. Acc. ***Geranio-Allietum*** R.Tx. ex von Rochow 1951 (Cluster 11-12)

D.s.: *Allium atroviolaceum* Boiss., *Anisantha sterilis* (L.) Nevski, *Calepina irregularis* (Asso) Thell., *Lamium amplexicaule* L., *Thlaspi perfoliatum* L., *Papaver dubium* L., *Senecio vernalis* Waldst. & Kit., *Veronica hederifolia* L.

Ассоциация объединяет весенние и раннелетние сообщества с коротким вегетационным периодом. Сообщества занимают промежуточное положение между союзами *Sysimbrion officinalis* Tx., Lohm., Prsg. ex von Rochow 1951 и *Veronico-Euphorbion*, отличаются высоким видовым разнообразием (A = 14-32). В Крыму в 1992-1997 гг. были описаны как ассоциации *Lamio amplexicaulis-Calepinetum irregularis* Bagrikova 1996, *Buglossoido arvensis-Descurainietum sophiae* Bagrikova 1996 на виноградниках и в плодовых садах в наиболее засушливых местообитаниях на границе предгорной и степной зон и на Керченском полуострове на южных и предгорных черноземах [3]. Там же по описаниям 70-х годов они отмечены в посевах зерновых культур. В Центральной Европе (Италия, Словения, Австрия, Германия) подобные сообщества своим происхождением связаны с субсредиземноморскими областями, они также развиваются весной на виноградниках в наиболее теплых и засушливых районах [21]. Характеризуются наибольшими показателями на градиентах температуры (рис. 2). Синтаксономическая ревизия позволяет изменить название и положение описанных в Крыму сообществ. Летом они могут заменяться на сообщества *Fallopio convolvulus-Chenopodietum albi, Lathyro tuberosae-Adonidetum aestivalis* (в зерновых культурах) или союзов *Sysimbrion officinalis, Bromo-Hordeion murini* (Allorge 1922) Lohmeyer 1950 (на виноградниках).

Союз ***Chenopodio albi-Descurainion sophiae*** V.Solomakha, T.Solomakha & Shelyag-Sosonko in V.Solomakha 1988

7. Acc. ***Fallopio convolvulus-Chenopodietum albi*** V.Solomakha 1990 (Cluster 1-8)

D.s.: *Chenopodium album* L., *Convolvulus arvensis* L., *Fallopia convolvulus* (L.) A.Löve,

В Украине ассоциация под названием *Chenopodietun albi-viridis* Hejny 1979 объединяла рудеральные и сегетальные сообщества зерновых и зернобобовых культур, которые были описаны в лесостепной и на севере степной зон. В дальнейшем она была переименована [13]. По результатам исследований 1970-х и 2000-х гг. сообщества имеют широкое распространение в равнинном Крыму, в том числе на Керченском полуострове, а также на границе степной и предгорной зон. Встречаются в агроценозах пропашных [2] и зерновых культур, на южных черноземах и каштановых почвах. В зависимости от локальных особенностей экологических условий формируются переходные сообщества, поэтому в рамках ассоциации выделены субассоциации: *F.c.-C.a. sinapietosum arvensis* (cluster 1-3), *F.c.-C.a. typicum* (cluster 4-5), *F.c.-C.a. diplotaxietosum* (cluster 6), *F.c.-C.a. centauretosum depressae* (cluster 7), *F.c.-C.a. cirsietosum* (cluster 8). Развиваются в наиболее ксерофитных местообитаниях, что отражается в наименьших показателях увлажнения почвы (рис. 2). A = 10-32, но минимальным видовым разнообразием (10-18) отличаются типичные сообщества. Сообщества занимают промежуточное положение, в них значительная доля приходится на виды союза *Sisymbrion officinalis*, но наиболее представлен блок видов, диагностирующих сообщества порядка *Sentaureetalia cyani*. Поэтому в рамках отдельного союза мы оставляем его в составе последнего порядка. В дальнейшем по мере накопления возможен пересмотр положения и диагностических видов ассоциации.

Проведенные исследования позволили выделить в агроценозах зерновых культур Крыма семь ассоциаций из трех союзов, одного порядка, класса *Stellarietea mediae*, четыре из них описаны впервые в Крыму и имеют локальное распространение, обусловленное эдафо-климатическими факторами, в том числе влиянием экотонного эффекта. К ведущим факторам относятся увлажнение, температурый режим и освещенность ценоза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Багрикова Н.А.* Об эколого-флористической классификации сорной растительности Крыма // Ботаніка та мікологія: проблеми і перспективи у 2011-2020 роках. Матер. Всеукр. наук. конф. 6-8 квітня 2011 р. м. Київ. Київ, 2011б. С. 114-115.

2. *Багрикова Н.А.* Синтаксономия сорной растительности пропашных культур Крыма // Чорномор. ботан. журн. 2005. Вып. 2. С. 47-58.

3. *Багрикова Н.А.* Сорно-полевая растительность Крыма (монография) // Укр. фітосоц. зб. К.: Фітосоціоцентр. 2004. Сер. А. Вып. 1(21). 188 с.

4. *Важов В.И.* Агроклиматическое районирование Крыма // Тр. Гос. Никит. ботан. сада, 1977. Т. 71. С. 92-120.

5. *Геоботанічне* районування Української РСР. К.: Наукова думка, 1977. 303 с.

6. *Кожевникова С.К., Махаева Л.В.* Сорные растения полевых и садовых культур Крыма // Тр. Гос. Никит. ботан. сада. 1975. Т. 62. С. 131-149.

7. *Кожевникова С.К., Махаева Л.В.* Типы засоренности сельскохозяйственных культур Крыма // Ботан. журн. 1979. Т. 64, № 10. С. 1468-1474.

8. *Махаева Л.В., Кожевникова С.К.* Сорные растения Южного берега Крыма // Бюлл. Гос. Никит. ботан. сада, 1973. Вып. 3(22). С. 5-8.

9. *Миркин Б.М., Мартыненко В.Б., Наумова Л.Г.* Значение классификации растительности для современной экологии // Журн. общ. биол. 2004. Т. 65, № 2. С. 167-177.

10. *Михеев А.Д.* Следует ли считать Papaver strigosum (Boenn.) Schur паксоном видового ранга? // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1985. Т. 90, вып. 4. С. 134-136.

11. *Серегин А.П.* Новые и редкие виды рода Allium L. (Alliaceae) флоры Крыма и некоторые вопросы систематики представителей рода // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 2004. Т. 109, вып. 5. С. 43-47.

12. *Слизик Л.Н.* Очерк сорной растительности Керченского полуострова // Тр. Гос. Никит. ботан. сада. 1961. Т. XXXV. С. 169-197.

13. *Соломаха В.А.* Синтаксономія сегетальної рослинності Криму // Укр. ботан. журн. 1990. Т. 47, № 5. С. 20-26.

14. *Соломаха В.А.* Синтаксономія сегетальної рослинності Північного Причорномор'я // Укр. ботан. журн. 1988. – Т. 45, № 3. – С. 27-33.

15. *Трансформация* ландшафтно-экологических процессов в Крыму в XX веке-начале XXI века / Под ред. д.г.н., проф. В.А. Бокова. Симферополь: ДОЛЯ, 2010. 304 с.

16. *Bagrikova N.A.* Antropogenous transformation of the vegetation and diversity of segetal communities on the Crimean peninsula // Dry Grassland of Europe: biodiversity, classification, conservation and management. 8th European Dry Grassland Meeting. Abstracts & Exursion Guides. 13-17 June, 2011. Uman', Ukraine. Uman', 2011. C. 7.

17. *Hennekens, S.M., Schaminée J.H.J.* TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data // J. Veg. Sci. – 2001. – 12. – P. 589-591.

18. *Kaligarič M.* Nova segetalna združba iz zveze Caucalidion lappulae Tx. 1950 iz severozahodne Istre (Slovenija) // Annales. Series historia naturalis. 2001. 11. S. 279-288.

19. *McCune B., Mefford M.J.* PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version 5.0, Gleneden Beach, Oregon, USA: MjM Software. 1999.

20. *Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M.* Vascular Plants of Ukraine a nomenclatural checklist. Kiev, 1999. 345 p.

21. *Šilc U., Čarni A.* Formalized classification of the weed vegetation of arable land in Slovenia // Preslia. 2007. Vol. 79. P. 283-302.

22. *Tichý L.* JUICE, software for vegetation classification // J. Veget. Sci. 2002. 13. P. 451-453.

23. *Vegetace České republiky*. 2. Ruderální, plevelová, skalní a suťová vegetace. Vyd. 1. / M. Chytrý (ed.). Praha: Academia, 2009. 524 s.

24. *Weber H.E., Moravec J., Theurillat J.-P.* International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd. edition // J. Veget. Sci. 2000. Vol. 11. P. 739-768.

CLASSIFICATION AND ORDINATION OF SEGETAL COMMUNITIES OF CEREAL CROPS OF THE CRIMEA (UKRAINE)

© 2012 N.A. Bagrikova

Nikitsky Botanical Gardens-National Scientific Centre NAAS Ukraine, Yalta

The syntaxonomical scheme and the description of segetal communities of cereal crops have been presented. The ecological features have been considered using ordinational approach. They allow to reveal the characteristic features of weed vegetation of the Crimea.

Key words: *segetal vegetation, cereal crops, prodromus, ordination, Ellenberg scales, Crimea.*

Bagrikova Natalia Aleksandrovna, Candidate of Biology, Senior Reasearch Worker, Laboratory of Flora and Vegetation. E-mail: nbagrik@i.ua, nbagrik@ukr.net

УДК 581.524+631.4

ЗОНАЛЬНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НА ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ И КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

© 2012 А.В. Бецыв, Н.И. Васильченко

РГП «ГосНПЦзем», г. Астана (Казахстан)

В данной статье приводится анализ растительности на темно-каштановых и каштановых почвах Северного Казахстана, указаны редкие и исчезающие виды растений.

Ключевые слова: *степи, растительные сообщества, флористический состав.*

Современный период характеризуется всевозрастающим антропогенным воздействием на степные экосистемы в частности на растительный покров, как отдельных регионов, так и планеты в целом. Особенно антропогенному воздействию подвергаются урбанизированные территории, где наличие растительного покрова имеет особо важное значение. В связи с этим ученым необходимо изучать сохранившиеся участки естественной степной растительности для выявления и сохранения видов растений находящихся под угрозой исчезновения. Нашими специалистами проводятся ежегодные работы по изучению современного состояния растительного и почвенного покрова в разных частях территории Северного Казахстана и в этой статье мы приводим краткий анализ современного состояния растительности степей.

По возвышенным и плоско-увалистым водораздельным равнинам на тёмно-каштановых карбонатных почвах широко распространены типчаково-ковылковые степи, степи являются северным зональным типом сухих степей Казахстана. Большие площади они занимали ранее на Приишимских равнинах. Это были очень однородные степные пространства. Местами только встречались сочетания степной растительности с луговыми западинами [1]. Доминирует плотнодерновинный злак ковылок, а типчак является постоянным содоминантом. Кроме того, в составе степей обычно произрастает ковыль Коржинского (*Stipa korshinskyi*), житняк (*Agropyron pectinatum*), тонконог *(Koeleria gracilis).* Характерными видами в типчаково-ковылковых степях являются представители степного разнотравья – *Galatella angustissima, Galium ruthenicum, Salvia stepposa, Seseli ledebourii, Phlomoides tuberosa, Dianthus leptopetalus*. В типчаково-ковылковых степях представлены жизненные формы раннелетних травянистых многолетников *Adonis wolgensis, Pedicularis physocalyx, Palimbia redeviva, Astragalus macropus*. Общее проективное покрытие составляет 60-70 %. Почвообразующие породы сложены лессовидными карбонатными глинами тяжелыми суглинками. Почвы характеризуются повышенным вскипанием от соляной кислоты с поверхности или несколькими сантиметрами ниже. По профилю выделяется светлый оттенок, обусловленный присутствием карбонатов. Характерной особенностью карбонатных почв является сильная трещиноватость по профилю. Мощность гумусового горизонта в зависимости от механического состава варьирует от 32 до 54 см. Почвы хорошо обеспечены гумусом и его количество так же колеблется от механического состава 1,8-4,0 % [2]. Территории с участием типчаково-ковылковых степей относятся к числу уничтоженных в результате хозяйственной деятельности человека. Большую ценность представляют не большие участки сохранившихся степей.

Среди умеренно-сухих степей на тёмно-каштановых почвах в составе серий сообществ значительную роль играет ковыль Коржинского. Степи с участием этого ковыля встречаются редко и спорадически распространены по Казахстану. Очень редкие коржинскоковыльно-ковылковые (*Stipa lessingiana*, *Stipa korshinskyi)* и коржинскоковыльные сообщества приуро-

Бецыв Альберт Валерьевич, Ph.D«Экология» главный специалист отдела изысканий и мониторинга земель, E-mail: robert_foks@mail.ru; *Васильченко Николай Иванович* кандидат сельскохозяйственных наук, главный специалист отдела изысканий и мониторинга земель, E-mail: vassilchenko-n@rambler.ru

чены к склонам плато, где близко к поверхности подходят третичные глины эти сообщества образующие в совокупности динамичные серии на почвах повышенной карбонатности, суглинистого и тяжелосуглинистого механического состава. В небольших впадинах, на склонах врезанных озёрных котловин также встречаются коржинскоковыльно-ковылковые степи с участием полыни Шренка.

В основном эти типично казахстанские степи уничтожены. В связи с этим нахождение участков таких степей на территории Северного Казахстана имеет огромную ценность.

Видовой состав сообществ очень разнообразен, своеобразие флоре придаёт кальцефильное растение *Stipa korshinskyi* – индикатор особых условий, повышенного содержания карбонатов в почве. Из других кальцефилов отмечены: *Astragalus macropus, Galatella divaricata, Scorzonera stricta, Serratula dissecta, Stipa lessingiana.* Эндемичныевиды - *Serratula dissecta*и *Serratula kirghisorum* [3]. Здесь присутствуют редкиеи краснокнижные растения - *Tulipa patens, Allium flavescens* и *Stipa zalesskii* [4,5].

По увалистым водораздельным и межсопочным равнинам на тёмно-каштановых обычных среднемощных и маломощных почвах сложенных древне делювиальными и аллювиальными отложениями тяжело- средне- и легкосуглинистого механического состава преобладают красноковыльно-тырсовые степи. Окраска гумусового горизонта темно-серая с коричневатым оттенком, в отличие от карбонатных разновидностей карбонаты в виде белоглазки и гипса залегают глубже. Почвы не засоленные и не солонцеватые. Мощность гумусового горизонта колеблется от 25 до 39см в маломощных почвах и среднемощных 31-46 см [2].

В составе этих степей кроме тырсы всегда присутствует ковыль красный (*Stipa zalesskyi)* и так же участвует в их составе гемипсаммофитное разнотравье (*Gypsophila paniculata*, *Artemisia marshalliana, Centaurea scabiosa, Silene wolgensis*) Они почти все распаханы и на их месте в настоящее время представлены богатые разнотравьем залежи.

Сохранившиеся участки этих сообществ во флористическом отношении характеризуются значительным развитием *Artemisia austriaca*и присутствием сорных растений. Постоянные компоненты среди злаков *Stipa capillata* и *Stipa zalesskyi*, иногда *Stipa lessingiana.* Характерные гемипсаммофилы: *Artemisia marchalliana, Artemisia dracunculus, Centaurea scabiosa, Gypsophila paniculata, Hulthemia berberifolia, Silene wolgensis,* и прочее разнотравье, в том числе астрагалы *Astragalus cornutus, A. testiculatus* и *A. macropus,* развиты либо незначительным числом, либо единично. Из редких видов нужно отметить: *Allium flavescens* и *Stipa zalesskii* [4].

Растительные сообщества в основном распаханы. Сохранившиеся участки часто представлены антропогенно-трансформированными сообществами.

На древних речных и озерных террасах в межсопочных понижениях выделяются обширные территории, имеющие комплексный растительный покров на тёмно-каштановых солонцеватых почвах,с грудницево-типчаковыми*(Festucavalesiaca, Galatellavillosa, G. tatarica),* типчаково-тырсовыми*(Stipacapillata, Festucavalesiaca)* и полынно-типчаковыми (*Festucavalesiaca, Artemisiaaustriaca, A.schrenkiana)*степями.

Почвообразующими породами служат делювиальные и древнеаллювиальные отложения в основном тяжелого мехсостава и элювий третичных засоленных глин. Характерной особенностью темно-каштановых солонцеватых почв является наличие уплотненного призматического горизонта, что обуславливает ряд неблагоприятных свойств почв (набухаемость, слабая водопроницаемость и др.). Почвы имеют тяжелосуглинистый или глинистый механический состав. В отличии от темно-каштановых обычных здесь уменьшение гумуса с глубиной происходит более резко. Довольно часто темно-каштановые солонцеватые почвы залегают в комплексе с солонцами каштановыми мелкими и средними.

Компоненты степных сообществ: среди злаков постоянны *Festuca valesiaca, Stipa capillata* и *S. lessingiana,* а также *Koeleria cristata* и *Agropyron pectinatum*; среди разнотравья обычны, но не многочисленные *Galatella tatarica, G. villosa, Ferula tatarica, Palimbia salsa, Phlomoides tuberosa, Astragalus macropus.* На солонцах постоянна полынь *Artemisia schrenkiana,* иногда встречается *Artemisia pauciflora.* Развит напочвенный покров из лишайников. Местами обильна

Artemisia austriaca – индикатор неумеренного выпаса. Редкие и краснокнижные виды: *Allium flavescens* и *Tulipa patens* [4,5].

По слабо дренированным равнинным пространствам, высоким плато сложенных однородной толщей карбонатных лессовидных суглинков и глин распространены ксерофитно-разнотравно-ковылковые степи на каштановых карбонатных почвах.

Доминантная роль в этих степях принадлежит дерновинным злакам ковылку (*Stipa lessingiana)*, типчаку (*Festuca valesiaca).* Для данных сообществ в отличие от более северных типчаково-ковылковых степей, очень характерно большое участие южно-степного ксерофильного разнотравья грудницы татарской (*Galatella tatarica)* и ромашника (*Tanacetum achilleifolium).* Из рыхлокустовых и корневищных злаков характерно постоянное присутствие житняка (*Agropyron pectinatum)* и вострека (*Leymus ramosus)*. Необходимо отметить постоянное участие в составе сообществ коротко вегетирующих травянистых многолетников *Nepeta ucrainica, Palimbia salsa, Scorzonera stricta, Serratula kirghisorum* [3]. В отдельные годы в них очень обилен тюльпан Шренка *(Tulipa schrenkii).* Степное более влаголюбивое разнотравье характерное для северных степей в них почти отсутствует. Ксерофитно-разнотравно-ковылковые степи рассматриваются как крайне ксерофитный вариант сухих степей.

Однородность степных массивов нарушают небольшие холмики - сурчины с тырсиковыми (*Stipa sareptana)*, полынными (*Artemisia pauciflora*) и ломкоколосниковыми (*Psathyrostachys juncea)* группировками.

Почвенный покров в отличии от темно-каштановых карбонатных почв характеризуется сильной трещиноватостью, и более высоким карбонатным горизонтом и линией вскипания от соляной кислоты. Степная растительность до массовой распашки целинных земель была представлена сообществами ковылковой формации, а именно ксерофитно-разнотравно-ковылковыми степями. В настоящее время эти сообщества почти полностью уничтожены, сохраненные участки таких степей вдоль ложбин имеют огромную ценность в изучении их динамики. Главным образом, на водораздельных равнинах распространены грудницево-типчаково-ковылковые *(Stipa lessingiana, Festuca valesiaca, Linosyris tatarica)* степи.

Флористический состав сообществ имеет виды растений находящихся под угрозой исчезновения. Постоянные компоненты в сообществах: *Stipa lessingiana, Festuca valesiaca, Galatella tatarica* и *Tanacetum achilleifolium,* а также коротковегетирующие многолетники - *Astragalus macropus, Ferula tatarica, Nepeta ucrainica, Palimbia salsa*, *Pedicularis physocalyx, Scorzonera stricta, Serratula kirghisorum* [3]. Характерны создающие весенний аспект эфемероиды – тюльпаны и валериана – *Valeriana tuberosa.* Эндемики представлены 1 видом – *Serratula kirghisorum.* Редких и краснокнижных видов 3: *Allium flavescens,Tulipa patens* и *Tulipa schrenkii* [4,5]. Огромные площади этих степей были распаханы. В настоящее время сохранились только небольшие участки целинных степей этого типа.

Для подзоны сухих степей на каштановых почвах так же характерны тырсиково-ковылковые *(Stipa lessingiana, Stipa sareptana)*, ромашниково-ковылковые и ковылковые степи с участием в их составе полыни полусуховидной (*Artemisia semiarida).* Они получили очень широкое распространение на почвах повышенной карбонатности, приурочены к склонам плато, где близко к поверхности подходят третичные глины.

Растительные сообщества в этих своеобразных условиях можно расположить в динамический ряд смен от первых стадий зарастания третичных глин до формирования каштановых карбонатно-солонцеватых и карбонатных почв.

Для всех сообществ карбонатных серий характерны среди злаков следующие виды: ковылок, житняк, ломкоколосник, вострец. Почвы этих территорий характеризуются высокой набухаемостью и вязкостью во влажные периоды, особенно весной. Возможно, в связи с этим в них широко представлены среди разнотравья коротковегетирующие виды (гемиэфемероиды) *Serratula dissecta, S. kirghisorum, Palimbia salsa, Ferula tatarica, F. caspica.* Высокая капиллярность свойственна глинам и приводит к очень сильному иссушению этих почв в летний период. Из ксерофитного разнотравья всегда присутствуют *Galatella tatarica, G. divaricata,*

Tanacetum achilleifolium. В связи с этим в подобные местообитания проникают и крайне ксерофильные виды полынь полусуховидная *Artemisia semiarida.*

Постоянные компоненты сообществ: *Stipa lessingiana, S. sareptana, Festuca valesiaca, Agropyron pectinatum, Galatella tatarica, G. divaricata, Tanacetum achilleifolium, Artemisia semiarida, Ferula caspica, F. tatarica,* а также эндемичные виды *Serratula dissecta u S. kirghisorum;* на солонцах – *Artemisia pauciflora u Leymus ramosus.* Степное разнотравье достаточно многочислено, но представлено небольшим числом видов: *Eryngium planum, Galium ruthenicum, Pedicularis physocalyx, Salvia stepposa, Sisymbrium polymorphum, Verbascum phoeniceum.* Характерен весенний аспект краснокнижных растений – *Tulipa patens* и *Tulipa schrenkii* [5]. В благоприятные годы развиваются луки: *Allium flavescens, A. lineare* и *A. praescissum.*

На мелкосопочных увалах встречаются сублессингианово-полынно-тырсиковые (*Stipa sareptana, Artemisia sublessingiana)*, сублессингианово-полынно-ковылковые (*Stipa lessingiana, Artemisia sublessingiana)* и ломкоколосниковые (*Psathyrostachys juncea)* сообщества по склонам сопок.

На плоских равнинах выделяются серии сообществ с повышенным обилием в составе ковылковых степей серпухи киргизской *(Serratulakirghisorum)* им сопутствуют также грудницево-ковылковые (*Stipalessingiana, Ferulatatarica)* степные участки, а по дополнительно увлажняемым местообитаниям характерны в этой серии вострецовые (*Leymusramosus)* сообщества и даже вострецовые со сведой вздутоплодной (*Suaedaphysophora).*

По слабоволнистым равнинам и древним террасам рек аллювиально-делювиальных и древнеаллювиальных отложений на каштановых обычных легкосуглинистых и супесчаных почвах преобладают типчаково-тырсовые *(Stipa calillata, Festuca valesiaca)* степи. В их составе обязательно участвуют виды растений псаммофилы и гемипсаммофилы индицирующие почвы лёгкого механического состава: *Artemisia marschalliana*, *Gypsophila paniculata, Centaurea scabiosa, Silene wolgensis*. Характерны и поселения спиреи *(Spiraea hypericifolia).*

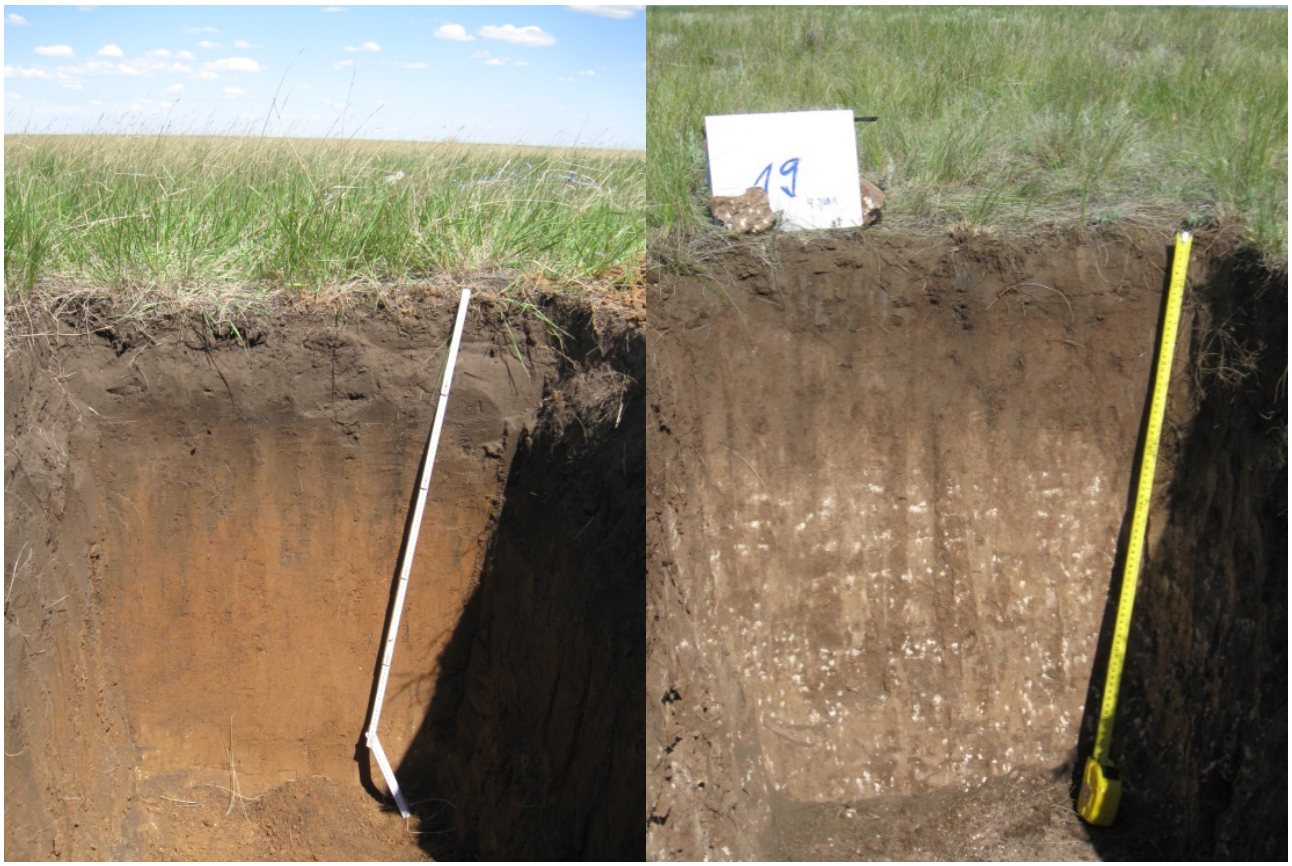
Почвы по своему морфологическому строению в значительной степени отличаются от темно-каштановых по мощности гумусового горизонта и по содержанию гумуса. Каштановые обычные почвы не засолены и не солонцеваты. Почвообразующими породами служат аллювиально-делювиальные суглинки, щебнистые, и пестроцветные глины, пески и супеси. Мощность гумусового горизонта не превышает 30 см. По механическому составу они относятся к легкосуглинистым и супесчаным разновидностям [2].

Эти степи в основном распаханы. Посевы зерновых малоурожайны на этих землях и в настоящее время превращены в залежи.

По обширным водораздельным понижениям, террасам озерных котловин и речных долин, шлейфам сопок сложенными делювиально-пролювиальными отложениями на них получили распространение разнообразные комплексы растительных сообществ, связанных с каштановыми солонцеватыми почвами. Почвообразующими породами служат аллювиально-деллювиальные отложения, часто засоленные тяжелого реже – легкого механического состава. Для каштановых солонцеватых почв характерными морфологическими признаками являются четкая дифференциация почвенного профиля на генетические горизонты и наличие мореховато-столбчато-призмовидной структуры, по механическому составу преобладают тяжелосуглинистые и глинистые разновидности [2]. В таких условиях преобладают тырсовые *(Stipa capillata),*типчаково-ковыльно-тырсовые (*Stipa capillata, Stipa lessingiana, Festuca valesiaca)*и типчаковые (*Festuca valesiaca)* степи очень характерным компонентом комплексов растительности этой группы является наличие степей с участием спиреи (*Spiraea hypericifolia).* В сообществах произрастает *Stipa capillata, Festuca valesiaca, Koeleria cristata, Artemisia dracunculus, Artemisia marchalliana, Galatella villosa, Spiraea hypericifolia.* Кроме этого встречаются немногочисленные виды разнотравья: *Achillea nobilis, Allium decipiens, Arenaria longifolia, Astragalus macropus, Astragalus physocarpus, Carex stenophylla, Ephedra distachya, Palimbia salsa, Ferula tatarica, Pedicularis physocalyx, Potentilla humifusa, Tanacetum achilleifolium, Trinia muricata.* Редкие и краснокнижные виды – *Allium flavescens, Adonis wolgensis, Tulipa patens,Tulipa schrenkii* [4,5].

А) **Б)**

Рис. 1. А) Красноковыльные степи со спиреей зверобоелистной; Б) Ковылковые степи по равнинам



А) **Б)**

Рис. 2. А) Темно-каштановые обычные почвы; Б) Темно-каштановые карбонатные почвы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Карамышева З.В., Рачковская Е.И.* Ботаническая география степной части Центрального Казахстана. - Л. 1973. 277 с.

2. Систематический список и основные диагностические показатели почв равнинной территории Казахской ССР. Алма-Ата, 1981. 269 с.

3. Флора Казахстана. Алма-Ата: Наука. - 1956-1966. Т.т.1-9. 4248 с

4. *Винтерголлер Б.А.* Редкие растения Казахстана. Алма-Ата, 1976. 198 с.

5. Красная книга Казахской ССР. Часть 2. Растения.Алма-Ата, 1981.260 с.

AREAL VEGETATION ON DARK CHESTNUT AND CHESTNUT SOILS OF THE NORTHERN KAZAKHSTAN

© 2012 A.V. Betsyv, N.I. Vassilchenko

RGP «GosNPTZzem», Astana city

The present article provides analysis of vegetation on dark chestnut and chestnut soils of the Northern Kazakhstan, states rare and endangeredplant species.

Keywords: *steppes, plant communities, floristic composition*

Betsyv Albert Valeriyevich, Ph.D, „Ecology“, senior specialist of research and land monitoring department. E-mail: robert_foks@mail.ru; *Vassilchenko Nikolay Ivanovich*, candidate of agricultural sciences, senior specialist of research and land monitoring department. E-mail: vassilchenko-n@rambler.ru.

УДК 581.5

МИНЕРАЛЬНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА С РАЗНОЙ ДАВНОСТЬЮ ПОЖАРА

© 2012 И.В. Дроздова, Н.В Алексеева-Попова, И.Б. Калимова, А.И. Беляева

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург

Исследование закономерностей восстановительной послепожарной динамики растительности, было проведено на территории Кольского полуострова [2]. В связи с этой проблемой представляет интерес изучение изменений минерального состава почв. Под влиянием пожаров изменяются не только физические, физико-химические и биологические, но и химические свойства почв: количество и качество органического вещества, уровень и подвижность элементов минерального питания. Пожары влияют на доступность минеральных элементов также косвенно, изменяя сообщества почвенных микроорганизмов. Большинство работ по изучению минерального режима почв после пожаров посвящено проблеме обеспеченности почв органическим углеродом, азотом, фосфором [3]. В данной работе были исследованы уровни аккумуляции основных катионов, а также микроэлементов в почвах еловых лесов с разной давностью пожара.

Пробные площади были заложены сотрудниками БИН РАН В.В. Горшковым, И.Ю. Баккал, Н.И. Ставровой в субклимаксовых и климаксовых еловых лесах с давностью пожара 260, 320 и >500 лет на Кольском полуострове: восточный берег Умбозера (оз. Укромное) и пихто-еловых лесах на р. Печора (кордон Шижим). Они занимают ровные участки и нижние части пологих склонов холмистых моренных равнин, сложенных супесчаными и песчаными завалуненными отложениями, подстилаемыми суглинками. В этих условиях под еловыми лесами формируются Al-Fe-гумусовые подзолистые почвы со значительной толщиной грубогумусной подстилки (до 10 см) и довольно высоким содержанием гумуса (до 3-5%) в иллювиальном горизонте. Почвенные разрезы были сделаны на пробных площадях (ПП) в сообществах, расположенных в сходных условиях рельефа на однотипных почвах, которые можно рассматривать как элементы единого пространственно-временного восстановительного послепожарного ряда [2].

Определяли уровень обменных форм K, Ca, Mg и подвижных форм Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Co в ацетатно-аммонийных почвенных вытяжках, а также уровень потенциально подвижных форм Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Co - в азотнокислых почвенных вытяжках на атомно-абсорбционном спектрометре КВАНТ-АФА. Об актуальной кислотности почв судили по pH водных вытяжек почв, о содержании органического вещества по величине потерь при прокаливании. Все анализы проводили в 3 повторностях. Сравнивали уровень химических элементов в одноименных горизонтах почв.

Все проанализированные почвы являются типичными для таежно-лесной зоны, характеризуются кислой реакцией среды и бедностью основаниями. Они относятся к подзолистым почвам с отчетливо выраженным снижением содержания определявшихся элементов в элювиальном горизонте, и возрастанием соединений Al и Fe в иллювиальном горизонте [1].

По степени гумусированности аналогичные горизонты почв близки между собой. Для горизонта A_0 почв с давностью пожара 260 лет величина потерь при прокаливании составляет в среднем 85.8%, для почв с давностью пожара 320 лет – 84.7%, а с давностью пожара >500 лет – 93%. Этот горизонт характеризуется сильнокислой реакцией среды: от 3.39 до 4.11. Для минеральных горизонтов почв величины потерь при прокаливании колебались в пределах 9.9 – 3.1%; их кислотность была выше: от 3.93 до 5.38.

При сравнении одинаковых горизонтов почв ельников зеленомошных с разной давностью

E-mail: Alyssum7@gmail.com

пожара, например, лесной подстилки A_0 , можно отметить обогащение обменными формами Ca, K, Mg и потенциально подвижными формами Mn, а также снижение потенциально подвижных форм Cu, Fe и Ni в почвах ПП с давностью пожара >500 лет по сравнению с ПП с давностью пожара 260 лет (рис. 1).

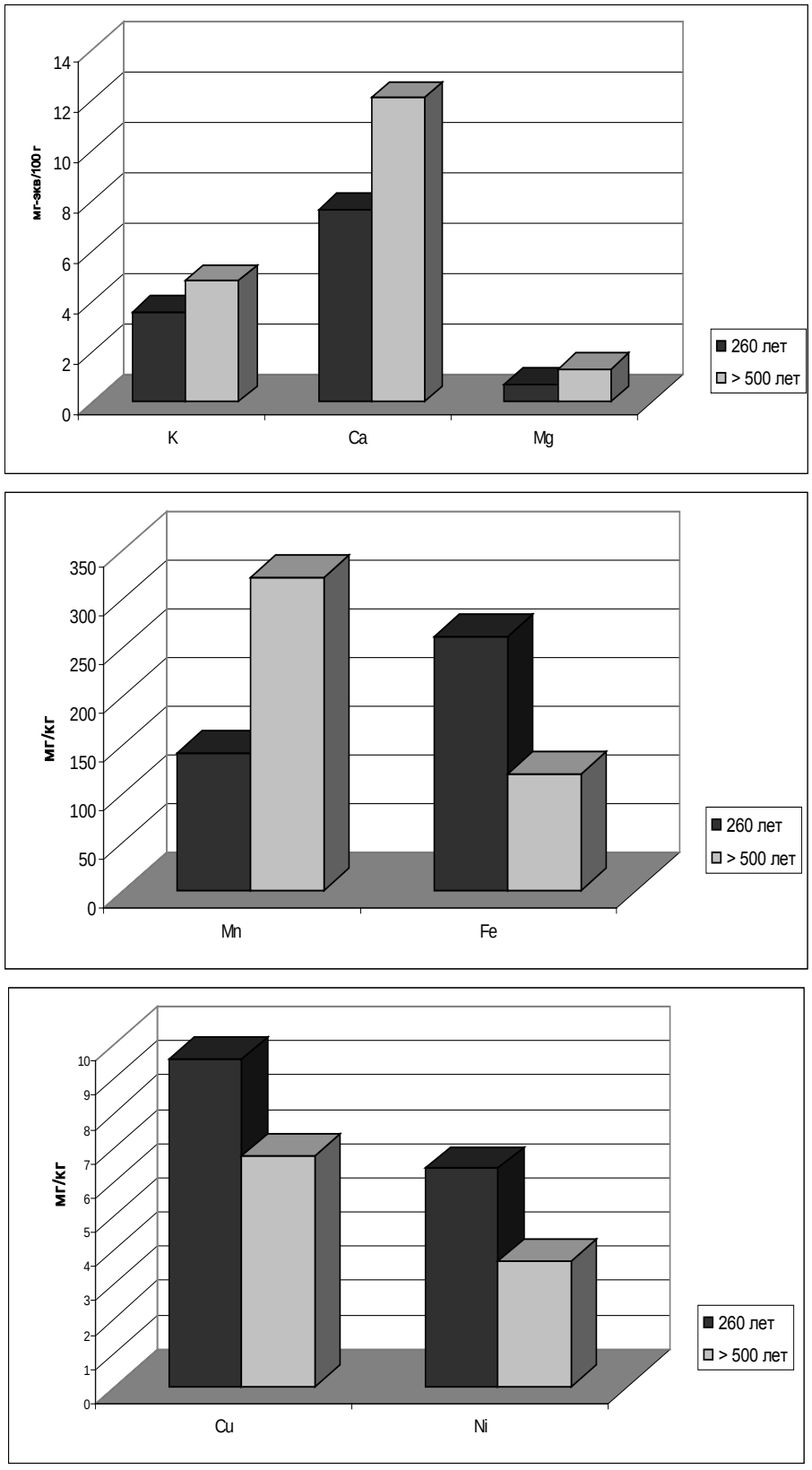


Рис. 1. Содержание макро-и микроэлементов в подстилке почв еловых лесов с разной давностью пожара

Во всех изученных почвах в элювиальном горизонте A_2 наблюдается резкое снижение уровня подвижных и потенциально подвижных форм всех минеральных элементов, за исключением Fe. В иллювиальном горизонте (B_h) возрастает концентрация подвижных и особенно потенциально подвижных форм Fe по сравнению с другими горизонтами этих же почв, наиболее резко это выражено в почвах с давностью пожара >500 лет. Отсутствуют существенные различия в содержании подвижных форм Ca, K в этом горизонте, в то же время наблюдается повышение уровня Zn, Cu в почвах с давностью пожара >500 лет по сравнению с ПП с меньшей давностью пожара. В почвах с давностью пожара 320 лет в горизонте A_0 найден более низкий уровень подвижного и потенциально подвижного Zn и более высокий уровень как подвижных, так и потенциально подвижных форм Cu, Ni, Co по сравнению с почвами с давностью пожара 260 и >500 лет. Повышение содержания таких тяжелых металлов, как Cu, Ni, Co в горизонте A_0 почв сообществ с давностью пожара 320 лет может быть связано с тем, что они представлены ельниками лишайниково-зеленомошными и обусловлено вкладом лишайников в обогащение лесной подстилки.

Проведен сравнительный анализ химического состава почв для пробных площадей с одинаковой давностью пожара, но отличающихся по растительности: еловых и пихто-еловых лесов в бассейне р. Печора. Подстилка почв пихто-еловых лесов значительно беднее по уровню обменных форм макроэлементов Ca, K и Mg, подвижных и потенциально подвижных форм Zn. При сравнении с почвами ельников выявляется относительная бедность Mn горизонта A_0 и обогащение Fe всех горизонтов, особенно горизонтов A_0 и B_h. Можно отметить, что во всех исследованных почвах преобладают подвижные формы Mn и прочно связанные формы Fe, Cu и Zn. В большинстве проб из разных горизонтов почв пихто-ельников обнаружены подвижные формы Ni и Co, в то время как в почвах в р-не оз. Укромное эти элементы находятся преимущественно в потенциально подвижных формах. Более высокие концентрации Ni и Co в почвах в р-не кордона Шижим по сравнению с почвами в р-не оз. Укромное связаны, вероятно, с различиями химизма подстилающих горных пород.

Таким образом, выявлены определенные различия в минеральном режиме почв субклимаксовых и климаксовых сообществ еловых лесов с разной давностью пожара. Представляет интерес сопоставление полученных данных с характеристиками почв еловых лесов на более ранних стадиях сукцессий, которое будет проведено в дальнейшем.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект № 11-04-01664.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Переверзев В.Н.* Лесные почвы Кольского полуострова. М.: Наука, 2004. 232 с.

2. *Ярмишко В.Т.* Динамика лесных сообществ северо-запада России / В.Т. Ярмишко, И.Ю. Бакал, О.В. Борисова, В.В. Горшков, П.Н. Катютин, И.В. Лянгузова, Е.А. Мазная, Н.И. Ставрова, М.А. Ярмишко. СПб.: ВВМ, 2009. 275 с.

3. *Certini G.* Effects of fire on properties of forest soils: a review // Oecologia. 2005. V.143. P.1-10.

УДК 581.55

СТЕРЕОТИП ИЗМЕНЕНИЙ ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИХ ДИАПАЗОНОВ ВИДОВ В ЛАНДШАФТАХ СЕВЕРНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ, ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И ВАЛДАЯ

© 2012 Т.И. Житлухина

На примере пяти ландшафтных округов, три из которых изучены в северном Забайкалье, один – в Западной Сибири, и один – на Валдае, анализируются изменения эколого-фитоценотических диапазонов видов (ЭФД) вдоль ландшафтного градиента, построенного по фактору улучшения фоновых биоклиматических условий. Показано, что: а) структура растительного континуума для каждого ландшафта индивидуальна и неповторима; б) обусловлена климатическим фоном; в) изменение ЭФД видов стереотипно, а именно: в начале градиента, то есть, в самых неблагоприятных ландшафтах, вид появляется в наиболее благоприятных экотопах. По мере улучшения фоновых климатических условий ЭФД вида сначала расширяется, затем вытесняется в область менее благоприятных экотопов и в конце градиента – сужается, ограничиваясь лишь самыми неблагоприятными экотопами.

Ключевые слова: *законы растительного континуума, ландшафтный градиент, тип сообществ, экотоп.*

Континуальный подход к изучению растительного покрова основывается: а) на непрерывности изменений растительности при изменении экологических факторов; б) на индивидуальности распределения видов по градиентам среды. Эти два положения в свое время были сформулированы Л.Г. Раменским [11,12]. На основе их разработано достаточно стройное учение, тезисами которого, исходя из вышеозначенных принципов, являются, во-первых, условность выделения растительных сообществ, во-вторых, опубликованное значительно позднее и независимо от отечественных исследований, представление о дифференциации экологических ниш [22], из чего следует концепция формирования структуры сообществ, как результат этой самой дифференциации. Тем не менее, явная недостаточность теоретической базы привела в свое время к острым дискуссиям по ряду вопросов сторонников “континуализма” и “организмизма”. Эти противоречия хорошо сформулированы Б.М. Миркиным как «основные черты парадигм фитоценологии» [7, с.14].

На мой взгляд, проблема заключалась в том, что не учитывалась роль пространства, как экологического фактора. Исключая вопросы районирования при изучении растительного покрова, роль пространства ограничивалась выделением на местности конкретных фитоценозов или площадок для их описания. На то, какие возможности содержит в себе этот факт, пожалуй, в должной мере обратили внимание лишь два отечественных геоботаника – В.Б. Сочава и С.М. Разумовский.

В.Б. Сочава [17] разделив пространство на три градации – геосистемы топологического, регионального и планетарного уровней, видел эти различия весьма принципиальными, пытаясь, в частности, на низшем, топологическом уровне искать закономерности в функционировании геосистем. С.М.Разумовский [10] решал проблему путем исследования временной динамики, исходя из предположения, что каждому району (фитоландшафту) соответствует одна сукцессионная система.

В связи с этим была поставлена задача проследить, как ведут себя популяции видов в разных ландшафтах. Для этого нужно было в каждом изучаемом ландшафте проанализировать «специализацию» видов, обусловленную экологическими факторами, а затем сравнить полученные результаты. Иными словами, было учтено пространство, как один из факторов, определяющих структуру и разнообразие сообществ, как «функциональных систем» (цит. по Уиттекеру, с. 9) сообитания этих видов.

Основная идея состоит в том, что в ряде ландшафтов, упорядоченных по степени улучшения климатическоого фактора, сравниваются эколого-фитоценотические диапазоны видов (ЭФД). Для того, чтобы провести это сравнение делается следующее:

Житлухина Тамара Ивановна, кандидат биологических наук, E-mail: zitlukina@rambler.ru

1. В каждом ландшафте все разнообразие фитоценозов обобщается в типы сообществ.

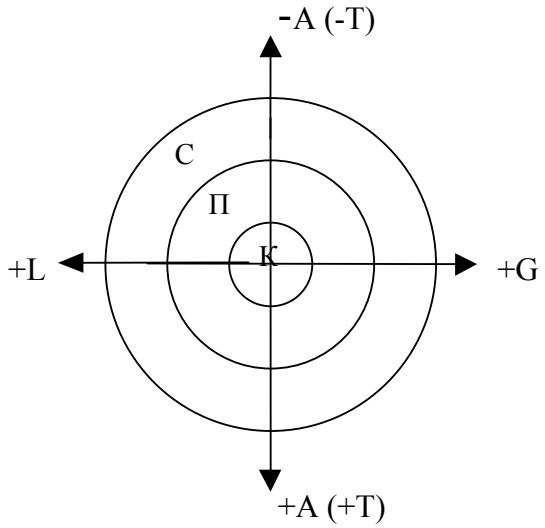
2. Эти типы или фитоценоны упорядочиваются по факторам абиотической среды в моноцентрические схемы.

3. В этих моноцентрических схемах вместо типов сообществ размещаются любые присутствующие в них виды с их основными параметрами – постоянством и обилием. Таким образом выделяются ареалы их распространения в ландшафте или эколого-фитоценотические диапазоны (ЭФД), а также фитоценотические оптимумы (части ареалов, где обилие и постоянство видов равно 4 – 5 баллам).

4. Далее анализируются ЭФД видов, общих для изучаемых ландшафтов.

Эта процедура первоначально была выполнена для растительности четырех ландшафтных округов [2,3,4]. В северном Забайкалье – это Чарская котловина, северный макросклон хребта Удокан, Муйская котловина. В Западной Сибири – Кондо-Сосьвинское Приобье. Выбор ландшафтов был связан лишь с тем, что в этих районах автором собирался фактический материал, поэтому в принципе случаен, что, как известно, является важным условием научного эксперимента. Ландшафты по биоклиматическим условиям были ординированы следующим образом: Чарская котловина – северный макросклон хр. Удокан (в пределах лесного пояса, то есть диапазоне высот 800 – 1300 м н. у. м.) – Муйская котловина – Кондо-Сосьвинское Приобье. Из всех климатических параметров этому ряду соответствует градиент среднегодовой температуры воздуха: -7.8, -7.0, -6.4, -2.4 [18,19,20,21].

Типы сообществ упорядочивались для каждого ландшафта в моноцентрические схемы в координатах экологического пространства. На оси абсцисс строились градиентные ряды по литоморфному (L) и гидроморфному (G) факторам. По оси ординат – по фактору теплообеспеченности (А). Область начала координат (К) – это местонахождение сообществ, наиболее соответствующих климатическому фону данного ландшафта (рис. 1.)



+А (+Т) – градиент повышения теплообеспеченности (трофности);
- А (-Т) – градиент понижения теплообеспеченности (трофности);
+L – градиент усиления литоморфного фактора;
+G – градиент усиления гидроморфного фактора;
К – сообщества фонового режима;
П – сообщества, находящиеся под умеренным влиянием факторов;
С – сообщества, находящиеся под сильным влияние факторов.

Рис.1. Схема моноцентрической структуры ландшафта

Позднее этот ландшафтный градиент был продолжен до Валдайской возвышенности, где ранее К.О. Коротков [6] провел эколого-флористическую классификацию лесных сообществ. В нашу задачу входило расположить выделенные им синтаксоны в экологическом пространстве, как это было сделано для ландшафтов Западной Сибири и Северного Забайкалья и, далее, проанализировать на основании имеющихся в монографии фитоценотических таблиц ЭФД видов. Однако в валдайском ландшафте градиент теплообеспеченности (А) не просматривался, зато отлично определялся градиент трофности (Т). Заменить фактор А на фактор Т оказалось возможным, поскольку при анализе типов почв, характерных для тех или иных типов сообществ в сибирских ландшафтах, была выявлена зависимость формирования этих почв от условий теплообеспеченности (рис. 2-3).

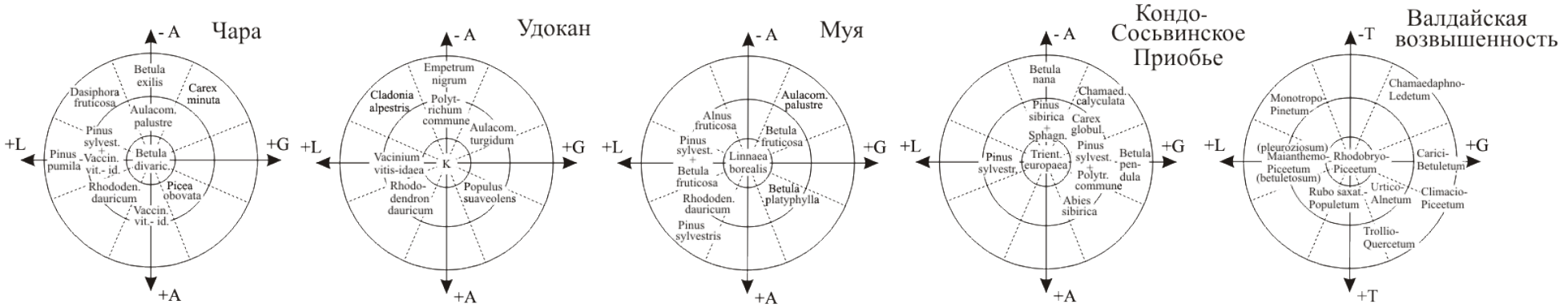


Рис. 2 Типы сообществ и ассоциации в моноцентрических схемах ландшафтного градиента

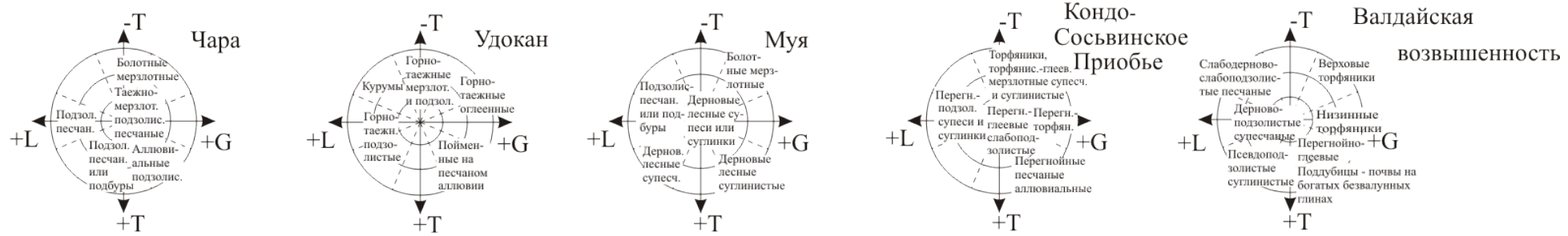


Рис. 3 Типы почв в моноцентрических схемах ландшафтного градиента

Растительность забайкальских ландшафтов представляет собой лиственничные (Larix gmelinii) среднетаежные леса, в Западной Сибири – среднетаежные темнохвойные леса (Pinus sibirica, Picea obovata, Abies sibirica). На Валдае – это граница распространения южнотаежных и широколиственных лесов [13,24]. Отсюда очевидно, что растительность валдайского ландшафта находится в наиболее оптимальных климатических условиях, следовательно, ландшафтный градиент будет иметь следующий вид: Чарская котловина – северный макросклон хр. Удокан – Муйская котловина – Кондо-Сосьвинское Приобье – Валдай.

Физико-географы и ландшафтоведы хотя и по разному трактуют понятие ландшафт, но по сути вкладывают в него один и тот же смысл: это достаточно крупная генетически цельная территориальная единица, имеющая естественные природные рубежи. Н.А.Солнцев [14,15,16] и его последователи [1,5] определяющую роль для выделения ландшафта отводили литогенной основе. У других авторов [8,9,17] ландшафт (физико-географический округ, макрогеохора) определяется по единству рубежей растительных группировок, почвенных разностей, совпадающих, как считает В.Б.Сочава [17] с границами геоморфологических подразделений и характеризующихся однотипным климатом. На то, что границы ландшафта в основном совпадают с рубежами самой дробной категории макроклимата, обращал внимание С.П. Хромов [23], и в данном случае именно на этот факт делается основной упор.

Разнообразие растительного покрова внутри ландшафта определяют его экотопические и микроклиматические вариации. Последние, к слову сказать, могут быть намного выше, нежели усредненные характеристики соседних ландшафтов. Как уже было сказано, фитоценозы упорядочиваются по схеме моноцентрической структуры. Для такого построения можно использовать приемы ординационной техники. Однако возможен и другой путь – сначала выделить типы сообществ, а затем расположить их в экологическом пространстве ландшафта. При типизации фитоценозов предпочтение отдается методике Браун-Бланке, потому что фитоценоны, выделенные таким образом, достаточно крупны и очень четко отличаются по своим экологическим характеристикам. Это важный момент, так как далее следует субъективное упорядочение этих фитоценонов по факторальным рядам, поэтому они должны быть хорошо различимы “на глаз”.

Сведение всего разнообразия до ограниченного числа типов, несомненно, упрощение, или идеализация объекта, но в науке для доказательства зачастую прибегали именно к такому приему. Например, использовались понятия идеального газа, материальной точки и т.д. Простая схема достаточно наглядно отражает положение групп сообществ в экологических координатах.

Далее, вместо типов сообществ располагаем присутствующие в них виды с их постоянством и обилием. Таким образом выделяем ареалы этих видов в экологическом пространстве ландшафта (в нашем случае – на плоскости координат), или ЭФД. Как уже было сказано выше, часть ЭФД, где постоянство и обилие видов составляет 4 – 5 баллов, определяет область их фитоценотических оптимумов. Сравнение ЭФД по ландшафтному градиенту позволяет проследить характер их изменений. Именно такой анализ был выполнен для 29 видов самых различных биоморф в сибирских ландшафтах и 15 – при продолжении ландшафтного градиента до Валдая.

Анализ ЭФД и фитоценотических оптимумов видов по ландшафтному градиенту показал определенный стереотип этих изменений, который при этом проявлялся в различных вариантах, в зависимости от того, какую часть ареала распространения вида пересекал ландшафтный градиент. Были прослежены следующие случаи:

1. В начале ландшафтного градиента вид присутствует в наиболее благоприятных экотопах с умеренным увлажнением и повышенной теплообеспеченностью. Далее по градиенту с улучшением фоновых климатических условий вид расширяет свой ЭФД и экологический оптимум за счет менее благоприятных экотопов (рис. 4А).

2. В начале градиента вид уже имеет довольно широкий ЭФД, преимущественно в области повышенной теплообеспеченности. Далее по градиенту, по мере улучшения биоклиматических условий, так же, как и в первом случае, ЭФД видов расширяются за счет

менее благоприятных экотопов, а некоторые виды уже начинают вытесняться из самых благоприятных местообитаний (рис. 4B).

3. Виды этой группы уже в начале ландшафтного градиента занимают в экологических координатах не самые благоприятные условия, однако тренд изменений их ЭФД по градиенту сохраняется: то есть, происходит дальнейшее вытеснение их в область еще менее благоприятных экотопов, при этом ЭФД видов может значительно сузиться. Уменьшается или исчезает также фитоценотический оптимум (рис. 4C).

4. В этом случае ЭФД видов вообще не проявляет замеченной закономерности. Это связано либо с расположением ландшафтного градиента в центральной части ареала вида, где он максимально эвритопен, либо с приуроченностью его к нарушенным местообитаниям, что характерно для пионерных видов. В первом случае, чтобы вышеозначенную закономерность проследить, необходимо продолжить ландшафтный градиент к границам ареала вида (рис. 4D).

Выполненный анализ позволил сделать следующие выводы:

Во-первых, в каждом ландшафте каждый вид занимает свою часть экологического пространства, то есть имеет свой ЭФД, отличный не только от ЭФД других видов, но и от своего же ЭФД в других ландшафтах. Из этого следует, что для каждого ландшафта ЭФД любого вида индивидуален. Эколого-фитоценотические диапазоны всех присутствующих в ландшафте видов дадут представление о структуре растительного континуума, которая следовательно для каждого ландшафта будет единственной и неповторимой. Так формулируется первый закон растительного континуума.

Важнейшим следствием этого закона является то, что континуальные переходы одних сообществ в другие в каждом ландшафте возможны лишь по строго определенным направлениям, обусловленным перекрытиями ЭФД видов, то есть – растительный континуум не абсолютен, а система переходов для каждого ландшафта также индивидуальна. Отсюда можно согласиться с утверждением С.М.Разумовского [10] о существовании в ландшафте одной единственной сукцесионной системы, так как временные ряды в данном случае интерпретировались им из пространственных и были построены по аналогичной моноцентрической схеме.

Во-вторых, что же определяет изменения структуры растительного континуума от ландшафта к ландшафту? Известно, что фитоценотическое разнообразие обусловлено экотопическим разнообразием. Изменения любого фактора, кроме климатического, не приведут к перестройке структуры растительного континуума ландшафта, а повлияют лишь на перестройку конкретных сообществ. Изменение континуальной структуры связано с изменением климатического фона, которому наиболее адекватны фитоценозы коренного типа и соответствует система факторальных рядов. Следовательно, структура растительного континуума обусловлена климатическими условиями данного ландшафта. Так формулируется второй закон растительного континуума.

В третьих, как было показано выше, изменения ЭФД по ландшафтному градиенту подчиняются определенному стереотипу. Если построить ландшафтный градиент, пересекающий весь ареал распространения вида от самых неблагоприятных климатических условий до самых благоприятных, можно было бы видеть, что сначала вид появляется в наиболее оптимальных экотопах ландшафтов. Далее, по мере улучшения фоновых климатических условий, ЭФД вида расширяется за счет менее благоприятных экотопов. Затем идет вытеснение его из наиболее оптимальных местообитаний. Наконец, в конце градиента, то есть, в наиболее благоприятных ландшафтах, ЭФД вида сужается и ограничивается лишь самой неблагоприятной областью, где этот вид еще может встречаться. Такое поведение видов по ландшафтному градиенту стереотипно и составляет третий закон растительного континуума.

Ландшафтные градиенты в пределах ареала распространения вида можно проводить по самым различным направлениям. Тем не менее тенденция изменений ЭФД будет сохраняться, то есть, по мере улучшения фоновых климатических условий по ландшафтному

градиенту – внутри ландшафта сдвигаться в область менее благоприятных условий. При этом возможно, что исследования изменений ЭФД по разным направлениям ландшафтного градиента будут вскрывать более тонкие закономерности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Видина А.А.* Методические указания по полевым крупномасштабным исследованиям. М.: Изд-во МГУ, 1962. 120 с.

2. *Житлухина Т.И.* Законы растительного континуума. М.: Изд-во ЦНИЛ Минсельхоза РФ, 1995. 204 стр.

3. *Житлухина Т.И.* Анализ изменений эколого-фитоценотических диапазонов видов по ландшафтному градиенту // Ботаника. Вып. XXXIX. Минск, 2010. С. 161 – 175.

4. *Житлухина Т.И.* О закономерностях изменений эколого-фитоценотических диапазонов видов по ландшафтному градиенту// Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы. Т.2. Материалы Всероссийской научн. конференции. СПб, 2011. С. 348–351.

5. *Жучкова В.К.* Ландшафты лесопаркового пояса г.Москвы и возможности их использования в целях организации отдыха трудящихся // Ландшафтоведение. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С.78 - 93.

6. *Коротков К.О.* Леса Валдая. М.: Наука, 1991. 160 с.

7. *Миркин Б.М.* Теоретические основы современной фитоценологии. М.: Наука, 1985. 136 с.

8. *Михеев В.С.* Верхнечарская котловина. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. 140 с.

9. *Михеев В.С., Дибцев Е.Н.* Ландшафты Сосьвинского Приобья // Сосьвинское Приобье, Иркутск: Ин-т географии Сибири, 1975. С. 353 - 404.

10. *Разумовский С.М.* Закономерности динамики биоценозов. М.: Наука, 1981. 230 с.

11. *Раменский Л.Г.* Основные закономерности растительного покрова и их изучение. Воронеж, 1925. 27 с.

12. *Раменский Л.Г.* Проблемы и методы изучения растительного покрова, Избр.работы. Л.: Наука, 1971. 334 с.

13. Растительность европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. 429 с.

14. *Солнцев Н.А.* О морфологии природного географического ландшафта // Вопросы географии. М., 1949. Сб. 16. С. 61 - 86.

15. *Солнцев Н.А.* Методика и результаты ландшафтных полевых исследований в Приокско-Террасном государственном заповеднике // Вестник Моск.Ун-та. Сер. физ.- мат. и естест. наук. 1950. № 2. С. 155 - 162.

16. *Солнцев Н.А.* Основные проблемы советского ландшафтоведения // Изв.Всесоюзн. геогр. об-ва, 1962. Т.93, № 1. С.3- 14.

17. *Сочава В.Б.* Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, Сиб.отд-ние, 1978, 318 с.

18. Справочник по климату СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1965. Ч.II. Вып.17. 276 с.

19. Справочник по климату СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1968. Ч. IV. Вып.17. 259 с.

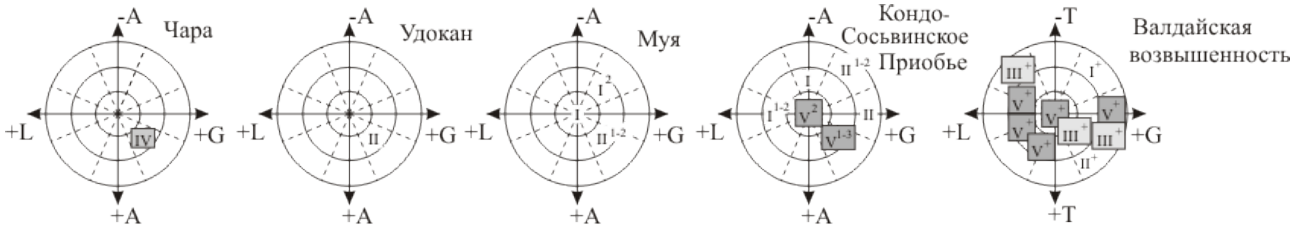
20. Справочник по климату СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1968. Ч.II. Вып. 23. 318 с.

21. Справочник по климату СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1968. Ч. IV. Вып. 23. 328 с.

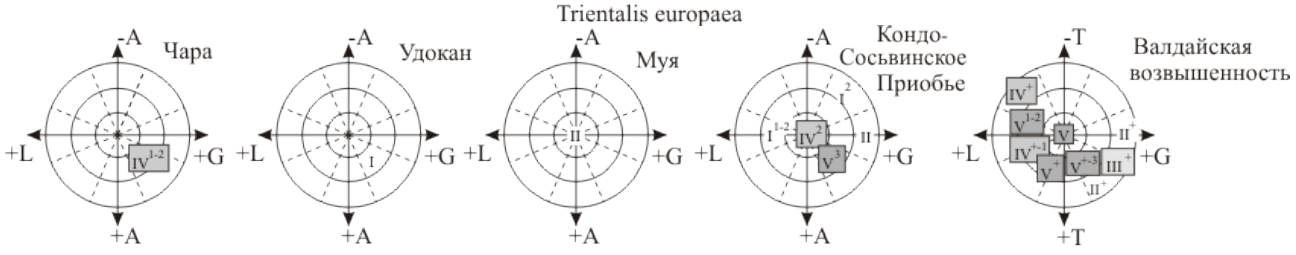
22. *Уиттекер Р.* Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 327 с.

23. *Хромов С.П.* Метеорология и климатология. Л.: Гидрометеоиздат, 1968. 491 с.

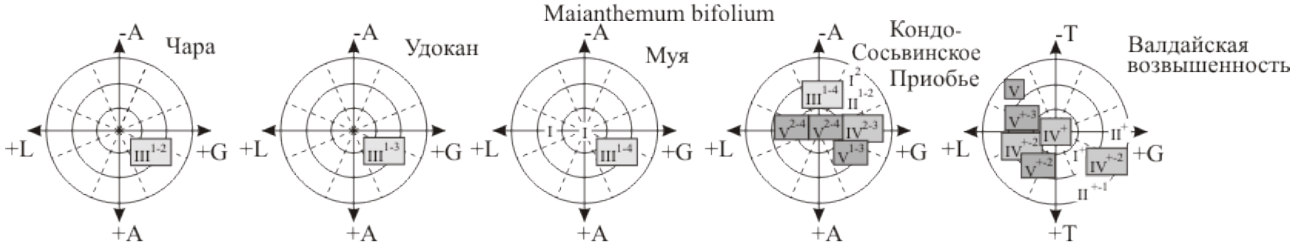
24. *Цинзерлинг Ю.Д.* География растительного покрова Северо-Запада Европейской части СССР. М., 1932. 376 с.



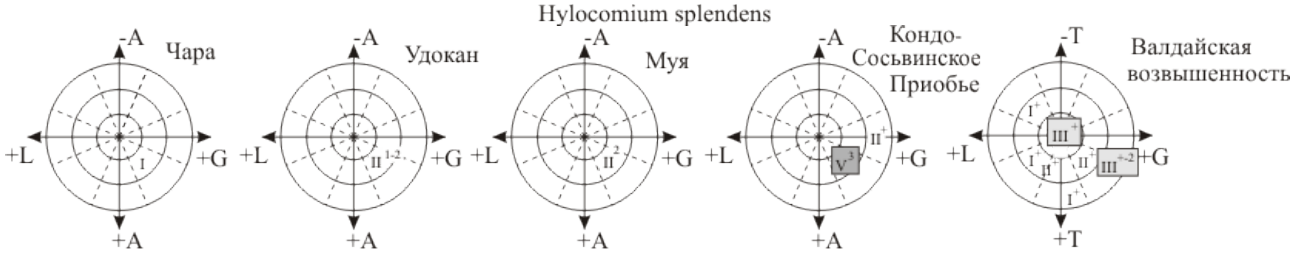
Trientalis europaea



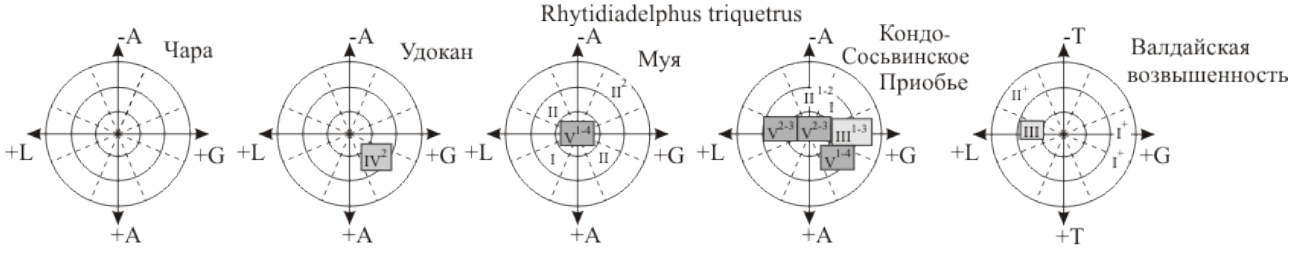
Maianthemum bifolium



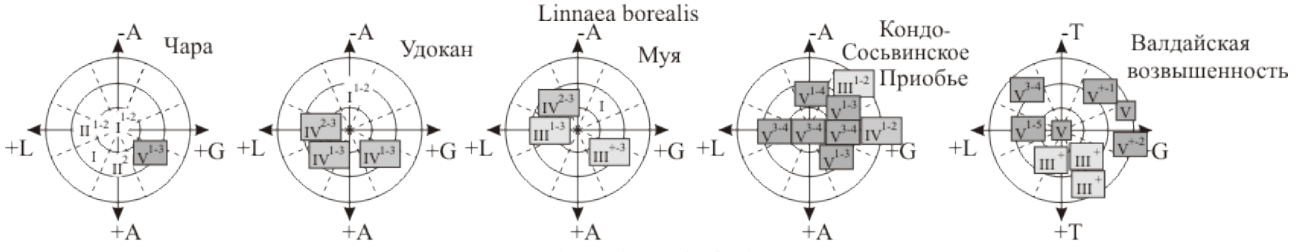
Hylocomium splendens



Rhytidiadelphus triquetrus

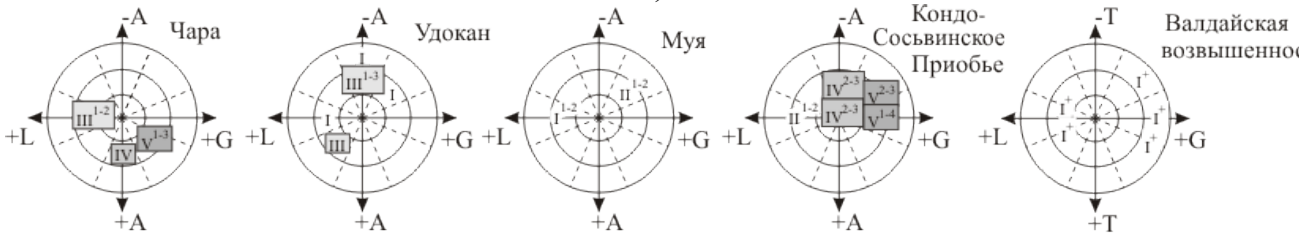


Linnaea borealis

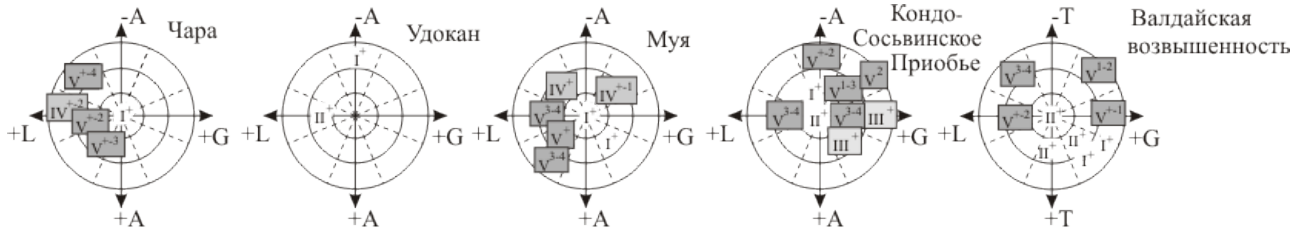


Pleurozium schreberi

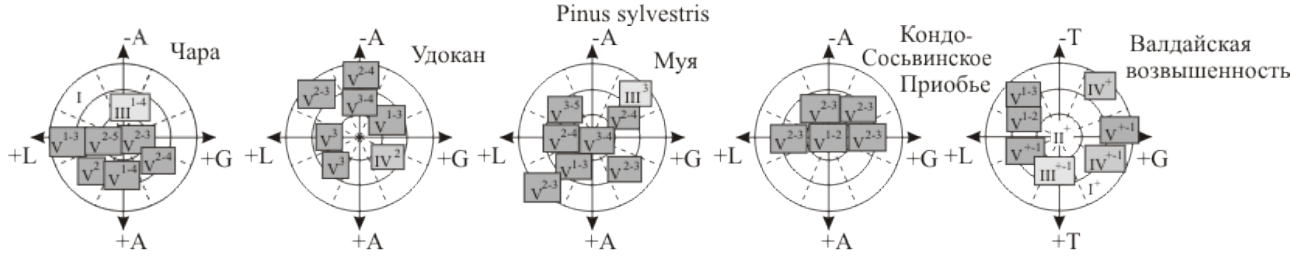
А)



Polytrichum commune



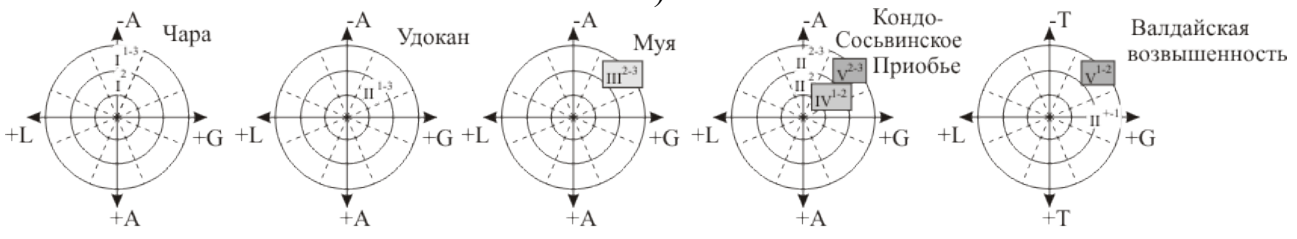
Pinus sylvestris



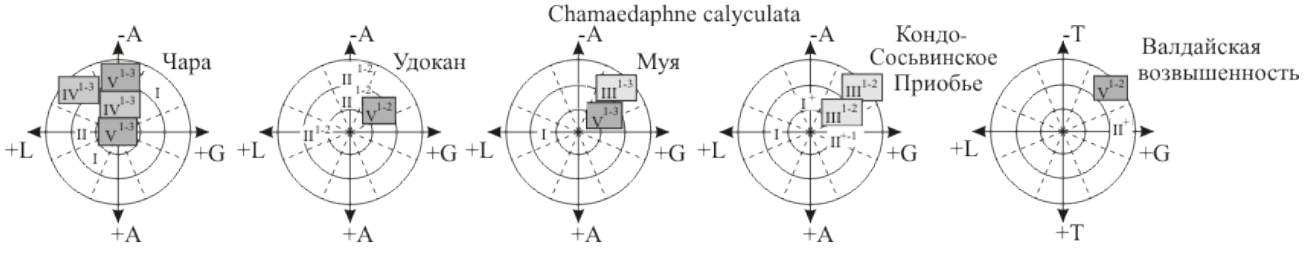
Vaccinium vitis-idaea

Populus tremula

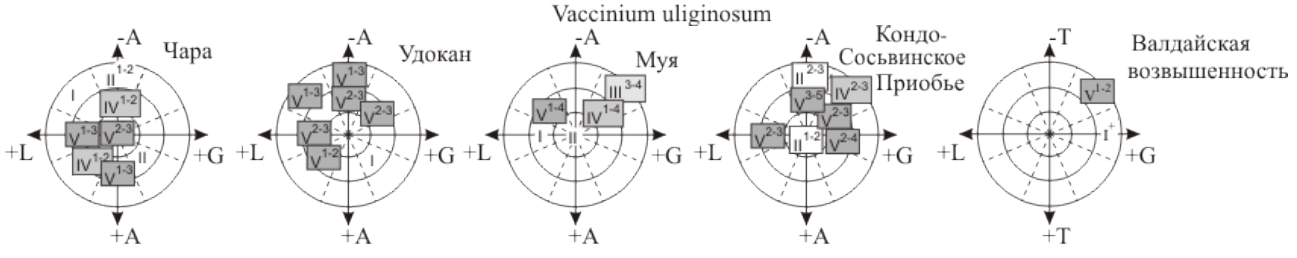
B)



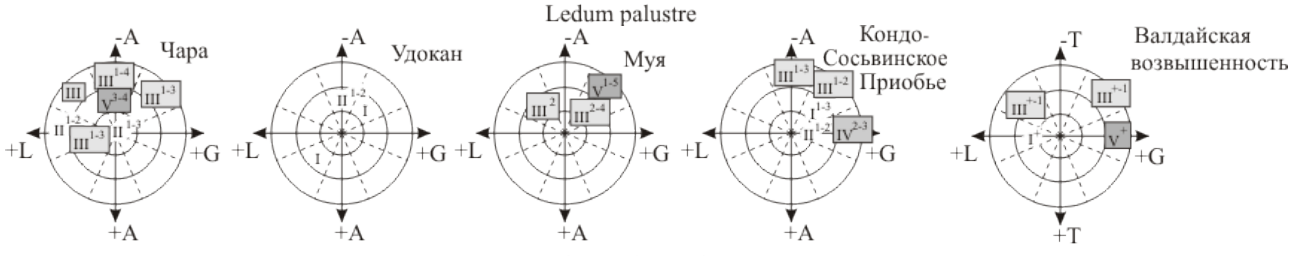
Chamaedaphne calyculata



Vaccinium uliginosum

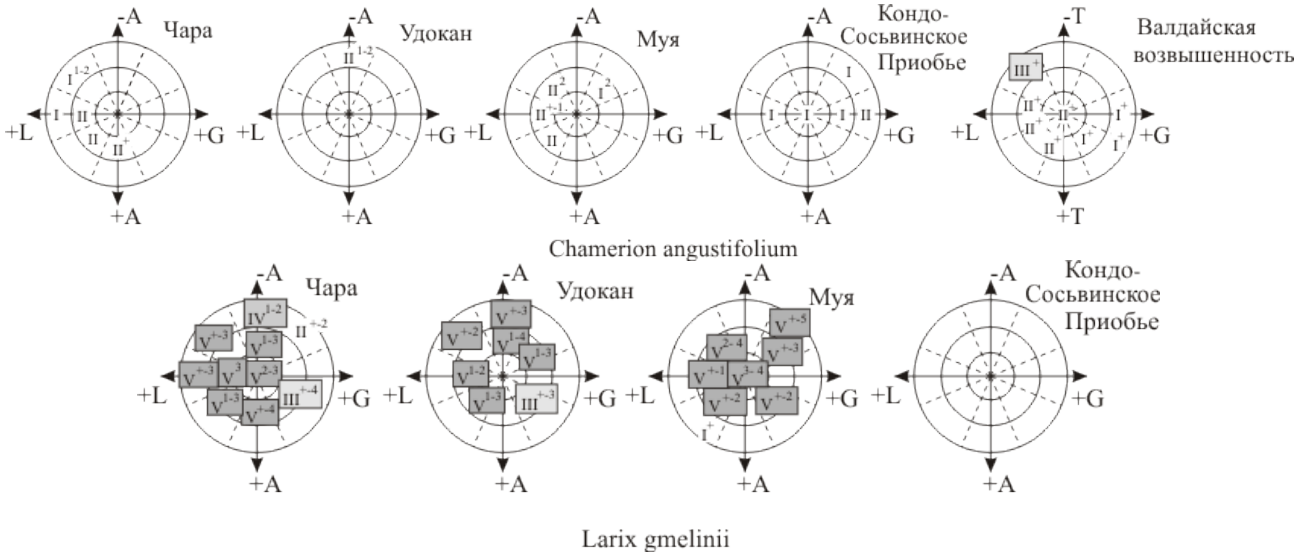


Ledum palustre



Aulacomnium palusre

C)



D)

Рис. 4. (A, B, C, D) Изменение ЭФД видов по ландшафтному градиенту

STEREOTYPE OF CHANGES IN ECOLOGICAL PHYTOCENOTIC RANGES OF SPECIES THE LANDSCAPES OF NORTHERN TRANSBAIKALIA, WESTERN SIBERIA AND VALDAI

© 2012 T.I. Zhitlukhina

On the example of five landscape districts, three of which were studied in northern Transbaikalia, one – in Western Siberia, and one – Valdai Hills region, changes in ecological phytocoenotic ranges of species (EPR) along the landscape gradient, built by a factor of improving background bioclimatic conditions, are analyzed, It is shown that: a) the structure of the vegetation continuum for each landscape is unique and individual; b) structure is defined by the climatic background; c) change of EPR is stereotyped, namely at the beginning of the gradient, ie, in the most unfavorable terrain, the spices appears in the most favorable ecotopes. With the improvement of the background climatic conditions specie's EPR expand at the beginning, then pushed into the area of less favorable ecotopes, and at the end of the gradient - narrowed, limited only by the most unfavorable ecotopes.

Key words: *laws of plant continuity, landscape gradient, plant community, ecotopes.*

Zhitlukhina Tamara Iwanovna, Candidate of Biology. E-mail: zitlukina@rambler.ru

УДК 574.589: 58.018

УДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ ВОДНЫХ, ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫХ И СУХОПУТНЫХ РАСТЕНИЙ

© 2012 К.А. Корляков

Челябинский государственный университет, г. Челябинск

Изучены характеристики удельного объема водных, прибрежно-водных и сухопутных растений. Удельный объем зарослей различных видов растений колеблется в широких пределах составляющих четыре порядка. Наибольшим удельным объемом характеризуются прибрежно-водные растения. Среди прибрежно-водных и водных растений наибольшим удельным объемом отличаются формы более специализированные для освоения водной среды – водоросли и мхи. Удельный объем прибрежно-водных плавающих плейстофитов увеличивается при приближении к границе раздела фаз «вода-воздух».

Ключевые слова: *удельный объем, гидрофиты, плейстофиты.*

Известно, что удельный объем наземных растений возрастает при приближении к границе раздела фаз «воздух-почва» [1, 2]. Разделы фаз «вода-воздух» и «вода-донные отложения» в этом отношении изучены слабо. Многие из сообществ прибрежно-водной растительности формируют так называемые экотонные экосистемы типа «река-суша», «река-море», которые в свою очередь характеризуются высокой «буферной» способностью [3, 7]. Жизнь на границе различных сред способствует к появлению у растений тех или иных приспособлений с оптимальным использованием ресурсов той или иной среды. Всестороннее изучение пространственного распределения различных видов растений живущих в различных средах необходимо для понимания механизмов и факторов их обменных, аккумулятивных свойств, энергетических характеристик, экономических составляющих жизнедеятельности Цель настоящего исследования заключалась в определении характеристик удельного объема отдельных видов водных, прибрежно-водных и сухопутных растений. Перед авторами стояли следующие задачи: изучить характеристики удельного объема различных водных, прибрежно-водных и сухопутных растений по вертикальному фронту на различных по гидродинамике водоемах; изучить характеристики удельного объема отдельных видов растений в монокультуре в экспериментальных условиях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования проводились с июня по сентябрь 2008-2010 гг. на различных по гидродинамике водоемах Южного Зауралья находящихся в различных ландшафтно-климатических зонах: горно-лесной, лесостепной и степной. Водоемы горно-лесной зоны были представлены сточным озером М. Сунукуль и проточным озером – М. Табанкуль. Водоемы лесостепной зоны – Шершневским водохранилищем и рекой Миасс ниже по течению. Краснокаменный пруд на реке Увелка находился в степной зоне на юге Челябинской области. Для исследований выбирались заросли растений представленные преимущественно одним видом. Пробы брались на участках зарослей с минимальной долей (менее 5 % по массе) или полным отсутствием второстепенных видов представленных у сухопутных растений нижним ярусом почвенной подстилки и обрастаниями «нитчатых» водорослей на водных растениях. Растения каждого вида вырезались ножницами с рамкой из зарослей в 5-7 кратной повторности. Высота зарослей различных видов растений определялась по верхней границе. Водные растения срезались специальным биоценометром [5]. Пробы брались с краев и из центра зарослей: у водных растений также с краев перед глубинной частью литорали водоема. Высота зарослей погруженных видов растений также определялась специальной мерной линейкой по верхней границе зарослей растений, а также по высоте срезанных биоценометром растений. Далее после

Корляков Константин Александрович, аспирант, E-mail: Korfish@mail.ru

просушки до влажного состояния в мерных сосудах определялся объем вырезанных участков зарослей. Исследования проводились согласно общепринятым методикам [4, 6, 8].

Для изучения удельного объема водных и прибрежно-водных растений, в том числе некоторых тропических видов использовались аквариумы, в которых отдельные виды выращивались в монокультуре и отдельно в поликультуре до максимального развития зарослей в экспозиции от 3 до 8 месяцев, при температуре 23-29 ºС. Мощность ламп дневного света составляла от 26 до 40 Вт. Световой день составлял 8 часов. Из развитых зарослей мерным стаканом и ножницами с рамкой по аналогу работы на водоемах вырезались пробы растений для определения их удельного объема.

Статистическая обработка данных производилась с использованием пакета KyPlot (version 2.0 beta 15) [10]. Для статистической оценки степени связи между удельным объемом и высотой зарослей использовали непараметрическую корреляцию Кендалла [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Наземные растения береговой полосы различных водоемов отличались невысокими показателями удельного объема, которые колебались в пределах 0.047-0.245 % (табл.). Наименьшие показатели имел кострец безостый (*Bromopsis inermis*, Leyss), наибольшие – кипрей узколистный (*Chamaenerion angustifolium*, L). Несколько более высокими показателями удельного объема отличались водные растения (табл.). Для высших водных растений изученных нами ранее (Корляков, 2010), эти показатели составили 0.192-0.974 %. Низшие водные растения характеризовались значительно более высокими величинами удельного объема, превышающими аналогичные показатели у макрофитов на 1-2 порядка. Так у «нитчатых» водорослей рода *Spirogira* удельный объем составил 1.4 %, а у зарослей *Vesicularia dubayana* – 16 %. Укореняющиеся воздушно-водные растения характеризовались близкими показателями удельного объема по сравнению с водными полностью погруженными растениями (табл.). Удельный объем прибрежно-водных растений колебался в пределах 0.338-1.134 %. Однако прибрежно-водная растительность в целом по шести изученным видам отличалась чуть более высокими показателями удельного объема составившим в среднем 0.616 % по сравнению с полностью погруженными растениями, изученными по трем видам, для которых удельный объем составил в среднем 0.580 %. Наибольшим удельным объемом отличались заросли плейстофитов плавающих на поверхности воды, которые нами были включены в группу растений живущих на границе раздела фаз «вода-воздух» (табл.). Высшие растения из группы плавающих плейстофитов изученные по трем видам отличались удельным объемом превышающим на порядок аналогичные показатели у водных и воздушно-водных укореняющихся видов. Удельный объем печеночного мха – *Riccia fluitans*, L., превышал на порядок аналогичные показатели у высших растений относящихся к группе плавающих плейстофитов. Следует отметить, что у плавающих плейстофитов удельный объем определялся с учетом корневой системы, то есть в обоих средах – водной и воздушной.

На изученных водоемах расположенных в разных климатических зонах обнаружена тенденция, заключающаяся в том, что со снижением влажности зоны увеличивается высота зарослей, и снижаются показатели удельного объема одних и тех же видов растений. Так *Calamagrostis neglecta*, Ehrh. растущий в береговой полосе Шершневского водохранилища расположенного в лесостепной зоне характеризовался большей высотой зарослей и значительно меньшим удельным объемом по сравнению с этим же видом произрастающим в береговой полосе озера М. Сунукуль расположенного в горно-лесной зоне (табл.). В свою очередь *Carex* Краснокаменного пруда расположенного в степной зоне отличалась значительно большей высотой зарослей и меньшим удельным объемом по сравнению с этим же видом произрастающим на мелководье Шершневского водохранилища (табл.). В целом, как у прибрежно-водных, так и сухопутных растений с уменьшением высоты зарослей увеличивался удельный объем, кроме случаев, когда растение оказывалось в той или иной несвойственной для вида среде. Так заросли *Persicaria hydropiper*, L, растущего исключительно в водной среде,

отличались и меньшей высотой и меньшим удельным объемом по сравнению с воздушно-водными зарослями этого же вида.

Таблица. Удельный объем (M±m) и высота зарослей (M±m) сухопутных, прибрежно-водных и водных растений из различных водоемов Южного Урала и выращенных в аквариумных условиях.

Водоем	Вид растения	Удельный объем, %	Высота, см
Сухопутные растения			
Оз. М. Сунукуль	*Equisetum palustre*, L	0.173±0.1	29.6±4.27
Оз. М. Сунукуль	*Calamagrostis neglecta*, Ehrh.	0.092±0.03	38.3±12.58
Шершневское вдхр.	*Bromopsis inermis*, Leyss	0.047±0.00	54.3±9.02
	Calamagrostis neglecta, Ehrh.	0.059±0.02	62.5±8.66
Река Миасс	*Chamaenerion angustifolium*, L	0.245±0.09	90±24.49
Водные растения			
Оз. М. Табанкуль	*Ceratophyllum demersum* L.	0.575±0.08	35±6.4
Залив р. Миасс	*Elodea canadensis* Michx.	0.192±0.1	45±12.5
	Myriophyllum verticillatum L.	0.974±0.12	47±4.6
Аквариум (эксперимент)	*Vesicularia dubayana*	16±2.36	16±3.4
Прибрежно-водные растения			
Раздел «вода-суша»			
Шершневское вдхр.	*Phragmites australis*, Gav	0.401±0.16	111±10.24
	Carex	0.615±0.14	43.5±11.5
Оз. М. Сунукуль	*Scirpus lacustris*, L	0.393±0.13	102.5±5
Река Миасс	*Persicaria hydropiper*, L	0.682±0.05	40±7.07
	Persicaria hydropiper, L *	0.338±0.38	34±5.3
Залив р. Миасс	*Typha latifolia*, L	1.134±0.98	123.3±11.5
Краснокаменный пруд (р. Увелка)	*Carex*	0.472±0.02	83.3±15.3
Раздел «вода-воздух»			
Залив р. Миасс	*Lemna minor*, L	3.39±1.53	2.8±0.56
Аквариум (эксперимент)	*Riccia fluitans*, L	13.26±2.06	1.1±0.36
	Pistia stratiotes, L	1.7±0.6	4.7±4.2
	Eichhornia crassipes, Mart.	4.16±3.53	6±4.2

Примечание: * - заросли развивающиеся под водой.

С видами плейстофитов плавающих на поверхности воды и имеющих внутри органов «специальные» воздушные полости ситуация выглядела иначе. У видов, которые увеличивают высоту и плотность зарослей за счет надводных органов, с увеличением высоты зарослей увеличивался и удельный объем (рис. 1). К этим видам относятся *Pistia stratiotes*, L. и *Eichhornia crassipes*, Mart. У видов, высота зарослей которых растет за счет подводных частей растений, наоборот, с увеличением высоты зарослей снижался удельный объем. В отношении *Riccia fluitans*, L. найдена статистически значимая тенденция ($P \leq 0.1$). Изучив объемные характеристики только надводной – лиственной части плавающих плейстофитов у которых была выявлена положительная зависимость между высотой зарослей и удельным объемом выяснилось, что с увеличением высоты зарослей удельный объем лиственной части у этих видов также снижался (рис. 2). Причем в отношении *Pistia stratiotes*, L. была выявлена высоко статистически значимая связь ($P \leq 0.02$), а в отношении *Eichhornia crassipes*, Mart. статистически значимая тенденция ($P \leq 0.1$). Таким образом, удельный объем полуводных плавающих плейстофитов увеличивается при приближении к границе раздела фаз «вода-воздух».

Следует отметить, что удельный объем прибрежно-водных растений выращенных в поликультуре не отличался от такового у этих же видов растений выращенных в монокультуре. Обычно два вида разделялись на отдельные участки зарослей или один вид полностью подавлял

развитие другого, где в связи сильной разреженностью зарослей последнего было некорректно брать пробы для определения удельного объема. Последнее обстоятельство требует специальных более глубоких и методически выверенных исследований для выявления характеристик удельного объема различных фитоценозов и факторов межвидовой конкуренции в них.

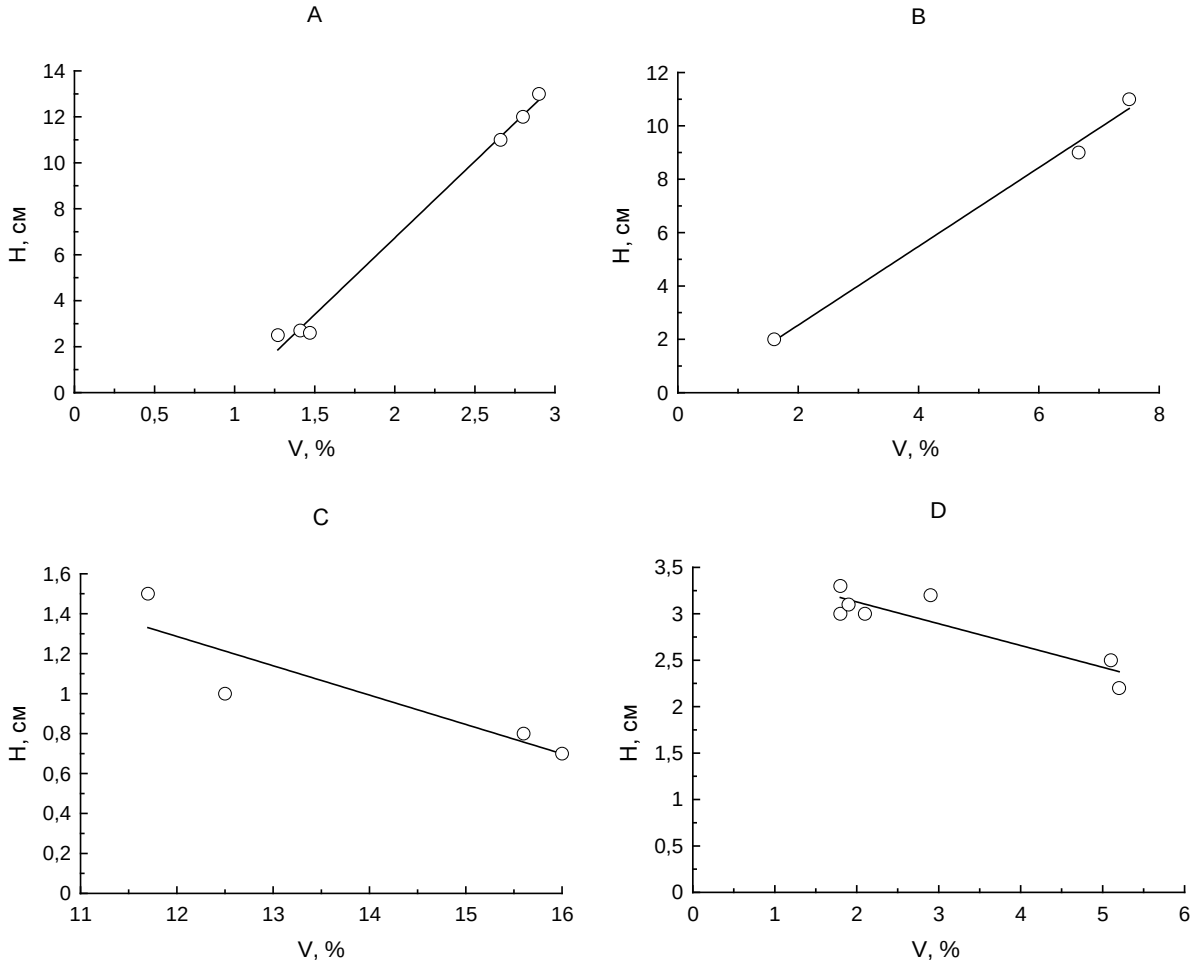


Рис. 1. Зависимость удельного объема (V) от высоты зарослей (H) различных плавающих плейстофитов: a – *Pistia stratiotes*, L., b – *Eichhornia crassipes*, Mart., c – *Riccia fluitans*, L., d – *Lemna minor*, L.

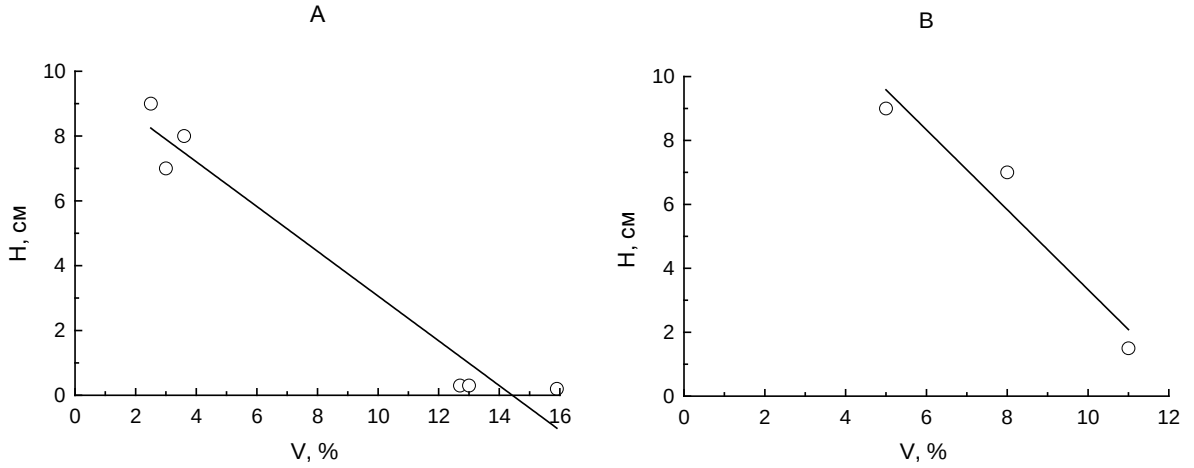


Рис. 2. Зависимость удельного объема (V) от высоты зарослей (H) надводной (лиственной) части растений: а – *Pistia stratiotes*, L., в – *Eichhornia crassipes*, Mart.

ВЫВОДЫ

1. Наименьшим удельным объемом характеризуются сухопутные виды растений, более высокие показатели имеют водные и прибрежно-водные растения. Максимальный удельный объем характерен для плавающих плейстофитов живущих на границе раздела фаз «вода-воздух». В целом удельный объем различных по экологии растений характеризуется высоким разбегом величин от десятых долей процента до 17 % у изученных нами видов. Возможно, заросли некоторых специализированных форм, могут отличаться, более высокими величинами удельного объема в части заполнения среды органами какого-либо вида.

2. Среди различных групп растений, как водных, прибрежно-водных, так и вероятно сухопутных наибольшим удельным объемом характеризуются виды, приспособленные к обитанию в той или иной среде. Так среди водных и прибрежно-водных видов наибольшим удельным объемом характеризуются низшие растения – мхи и водоросли.

3. Удельный объем прибрежно-водных плавающих плейстофитов увеличивается при приближении к границе раздела фаз «вода-воздух». Характеристики удельного объема значительно увеличиваются у тех видов, у которых высота зарослей растет за счет надводной части растений, в листьях которых, имеются «специальные» воздушные полости, предназначенные для «плавучести».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Быков Б.А.* Геоботаника. Алма-Ата, 1957. С. 109-110.
2. *Дулепова Б.И.* Биомасса водной растительности в водоемах южного Предбайкалья // Известия Иркутского с.-х. института. 1962. Т. 2, № 19. С. 327-331.
3. *Залетаев В.С.* Мировая сеть водно-наземных экотонов, ее функции в биосфере и роль в глобальных изменениях // Экотоны в биосфере. М.: РАСХН., 1997. С. 77-90.
4. *Катанская В.М.* Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР: методы изучения. Л.: Наука, 1981. 187 с.
5. *Корляков К.А.* Удельные поверхности и объемное обилие макрофитов внутренних водоемов // Ботанический журнал, 2010. Т. 95, № 10. С. 83-88.
6. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
7. *Харченко Т.А.* Концепция экотонов в гидробиологии // Гидробиологический журнал, 1991. Т. 27, № 4. С. 3-10.
8. *Шенников А.П.* Введение в геоботанику. Л., 1964. С. 97-98.
9. *Sokal R.R., Rohlf F.J.* Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. N.-Y.: Freeman & Co, 1995. 850 p.
10. *Yoshioka K.* KyPlot – a user-oriented tool for statistical data analysis and visualization // Computational Statistics. 2002. V. 17. № 3. P. 425-437.

SPECIFIC VOLUME WATER, SEMIAQUATIC AND OVERLAND PLANTS

© 2012 K.A. Korlyakov

Chelyabinsk state university

The studied features of the specific volume water, semiaquatic and overland plants. The specific volume different type plants varies over a wide range forming four orders. The most specific volume are characterized semiaquatic of the plant. Amongst semiaquatic and water plants by most specific volume differ the more specific forms for mastering the water ambience - an algaes and bryophytes. The specific volume semiaquatic sailling pleustophytes increases when approximation to border of the section of the phases "water-air".

Key words: *specific volume, hydrophyta, pleustophyta.*

Korlyakov Konstantin Aleksandrovich, graduate, Chelyabinsk state university, E-mail: Korfish@mail.ru

УДК 504.73:581.526.42/.45(477)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СТЕПНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЭКОТОНА «ЛЕСОСТЕПЬ-СТЕПЬ» УКРАИНЫ

© 2012 Ю.И. Малая

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины, г. Киев

В данной статье рассмотрены экологические особенности местопроизростания степной растительности экотона между лесостепной и степной зонами Украины. Используя метод синфитоиндикации, кластерного анализа и экологической валентности были выделены главные факторы, определяющие пространственную дифференциацию степной растительности между зонами. Такими являются: влажность, карбонатность почвы, орография местности и антропогенный прессинг.

Ключевые слова: *экотон, синфитоиндикация, кластерный анализ, экологическая валентность, степная растительность, Лесостепь, Степь.*

В современной интерпретации экотоны это граничные, переходные пространства между разными природными средами, между природными системами, или между природными и агро-техноприродными системами [3], это структурно-функциональный скачок природных условий, который имеет не только биоклиматическое проявление, с ним сопряжен целый ряд других геокомпонентных границ: орографическая, почвенная, флористическая границы [4].

Наше исследование направлено на определение экологических особенностей произростания степной растительности на границе между Лесостепью и Степью Правобережной Украины. В основу работу положена геоботаническая база данных, которая состоит из 362 стандартных геоботанических описаний, основываясь на принципе Браун-Бланке [7], база была обработаны и выделены синтаксоны луговых, дерновинно-злаковых и разнотравно-злаковых степей класса Festuco-Brometea Br.-Bl. et Tx. 1943 [5, 6].

Экологическая характеристика синтаксонов, получена методом синфитоиндикации [2, 8], с помощью которой определены показатели эдафических: Hd – влажность, fH – изменение увлажненности, Sl – солевой режим, Rc – кислотность, Nt – содержание азотистых соединений, Ae – аэрация почвы, и климатических факторов: Tm – терморежим, Om – омброрежим, Kn – континентальность, Cr – криорежим и Lc – освещенность. На основе полученых данных были просчитаны средние показатели экологических факторов, что стало основой для сравнения синтаксонов степей используя метод кластерного анализа. [9] Методом экологической валентности был просчитан индекс толерантности для опредиления отношения и экологической позиции синтаксона к определенной группе экологических факторов [1].

Синтаксономическая схема степной растительности экотона «Лесостепь-Степь» Правобережной Украины

Cl. Festuco-Brometea Br.-Bl. et Tx. 1943

Ord. Festucetalia valesiacae Br.-Bl. et Tx. 1943

All. *Fragario viridis-Trifolion montani* Korotchenko et Diduch 1997 (**1**-Ass. Thymo marschalliani-Caricetum praecocis Korotchenko et Diduch 1997; **2**-Ass. Thymo marschalliani-Caricetum praecocis var. Vicia tetrasperma Korotchenko, Mala, Fitsailo 2009; **3**-Ass. Betonico officinalis-Trifolietum montani Popova in Popova et al. 1986; **4**-Ass. Salvio pratensis-Poetum angustifoliae Korotchenko et Diduch 1997; **5**-Ass. Medicago romanicae-Poetum angustifoliae Tkachenko, Movchan et V. Sl. 1987; **6**-Ass. Stipetum pennatae K. Jovanovic 1956)

All. *Festucion valesiacae* Klika 1931 (**7**-Ass. Botriochloetum ischaemii (Krist. 1937) I. Pop 1977; **8**-Ass. Salvio nemorasae-Festucetum valesiacae Korotchenko et Diduch 1997; **9**-Ass. Salvio nemorasae-Festucetum valesiacae var.Teucrium pollium Korotchenko, Mala, Fitsailo 2009; **10**-Sass. Salvio nemorasae-Festucetum valesiacae botriochloetosum ischaemii Korotchenko, Fitsailo 2003;

Малая Юлия Ивановна, аспирант отдела геоботаники и экологии. E-mail: guiniver@yandex.ru

11-Sass. Festuco valesiacae-Stipetum capillatae caricetosum praecocis Korotchenko, Fitsailo 2003; **12**-Ass. Festuco valesiacae-Stipetum capillatae Sill. 1931; **13**-Ass. Festucetum valesiacae Solodkova et al., 1986; Tkachenko et al., 1987; **14**-Ass. Festuco valesiacae-Caricetum humilis Klika (1931) 1936; **15**-Ass. Plantagini stepposae-Stipetum pulcherrimae V.Sl. 1995; **16**-Ass. Stipetum capillatae Dsiubaltowski 1925; **17**-Sass. Stipetum capillatae stipetosum pennatae Kukovitza, Diduch, Shelyag-Sosonko, Abduloeva 1998; **18**-Ass. Melico transsilvanici-Stipetum capillatae var. Caragana frutex Korotchenko, Mala, Fitsailo 2009).

All. *Astragalo-Stipion* Knapp 1944 (**19**-Ass. Stipetum lessingianae Soo 1948; **20**-Ass. Stipetum lessingianae var. Lathyrus tuberosus Korotchenko, Mala, Fitsailo 2009; **21**- Ass. Teucrio pannonici - Stipetum capillatae Diduch, Korotchenko 2000; **22**-Ass. Thymo marschalliani-Crinitarietum villosae Korotchenko et Diduch 1997; **23**-Ass. Vinco herbaceae-Caraganetum fruticis Korotchenko et Diduch 1997; **24**-Ass. Astragalo austriaci-Salvietum nutantis Korotchenko et Diduch 1997).

All. *Artemisio-Kochion* Soo 1959 (**25**-Ass. Agropyro pectinato-Kochietum prostratae Zolyomi 1958 corr. Soo 1959)

All. *Artemisio marschalliani-Elytrigion intermediae* Korotchenko et Diduch 1997 (**26**-Ass. Melico transsilvanici-Lembotropetum nigricantis var. Stipa lessingiana Korotchenko, Mala, Fitsailo 2009).

На основе фитоиндикационной оценки экологических факторов и градиентного анализа прослеживается дифференциация степей (на уровне союза) (рис.1, рис.2) в зависимости от изменения факторов среды.

Рис.1. Амплитуды показателей экологических факторов синтаксонов степной растительности на границе между Лесостепью и Степью Правобережной Украины: 1-Hd, 2-Rc, 3-Sl, 4-Ca, 5-Nt. По осям абцисс – номер синтаксона (см. в тексте), по осям ординат – балы определенного фактора. Жирной линией обозначен ареал союза, тонкой линией – амплитуда экологического фактора, черным квадратом – среднее значение фактора для синтаксона.

На основе полученных показателей эдафических факторов (рис.1) прослеживаются следующие зависимости в распределении степей: сообщества союза Fragario viridis-Trifolion montani произростают в субмезофитных, нетрофильных, эвтрофных, гемикарбонатофильных и геминитрофильных эдафотопах; амплитуда показателей экотопов сообществ союза Festucion valesiacae расширяется как в сторону с большими, так и меньшими значениями данных факторов; сообщества союза Astragalo-Stipion занимают самые сухие, нейтральные, богатые на соли и карбонаты, на относительно бедных на минеральный азот почвах; степи союза Artemisio-Kochion произростают в мезофитных, нетрофильных условиях, при этом в самых бедных на соли и минеральный азот, но богатых на карбонаты почвах; показатели влажности, карбонатности и содержания минерального азота в почве для сообществ союза Artemisio marschalliani-Elytrigion intermediae смещаются в сторону субксерофильных, менее богатых каробонатами и самых бедных на минеральный азот экотопов соответственно, на фоне нейтральных и эвтрофных условий местопроизростания.

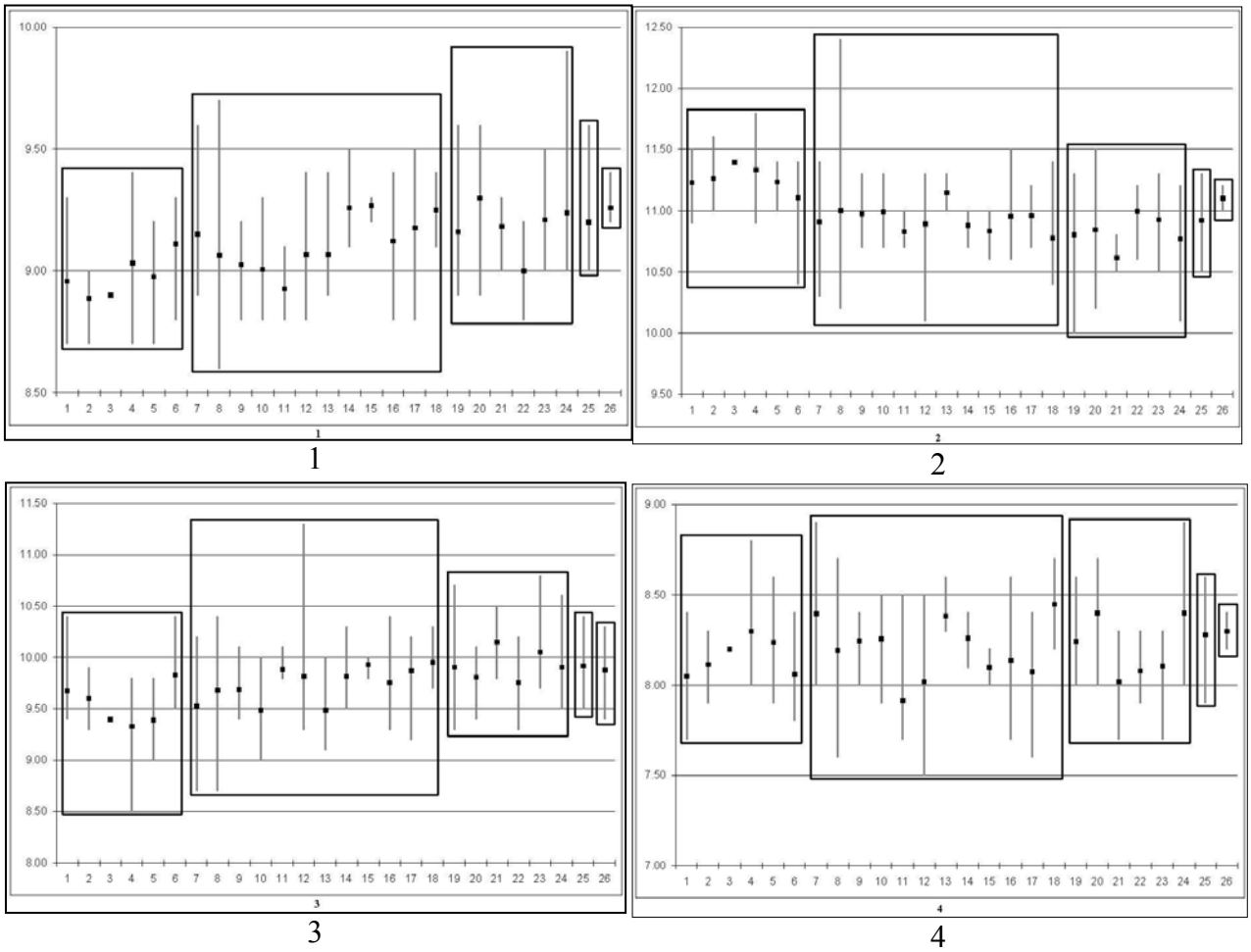


Рис.2. Амплитуды показателей экологических факторов синтаксонов степной растительности на границе между Лесостепью и Степью Правобережной Украины: 1-Tm, 2-Om, 3-Kn 4-Cr. По осям абцисс – номер синтаксона (см. в тексте), по осям ординат – балы определенного фактора. Жирной линией обозначен ареал союза, тонкой линией – амплитуда экологического фактора, черным квадратом – среднее значение фактора для синтаксона.

На основе полученных показателей климатических факторов (рис.2), были определены следующие тенденции в дифференциации степных сообществ: сообщества союза Fragario viridis-Trifolion montani произростают в субмезотермных, субаридофитных, гемиконтинентальных (сообщества данного союза произростают в самых влажных условиях сравнительно с другими союзами) и субкриофитных климатопах; сообщества союза Festucion valesiacae формируются в

субмезотермных, субаридофитных (только для ассоциации Salvio nemorasae-Festucetum valesiacae характерна широкая амплитуда значений термо- и омборежима), гемиконтинентальных (показатели смещаются в сторону с большей континентальностью климата сравнительно с показателями предыдущего союза) и гемикриофитных условиях; сообщества союза Astragalo-Stipion занимают самые теплые, аридные и континентальные климатопы с гемикриофитными условиями произростания; степи союза Artemisio-Kochion и Artemisio marschalliani-Elytrigion intermediae занимают центральное положение с достаточно узкими показателями климатических факторов.

На основе средних значений экологических факторов был построен кластер интегральной зависимости между подобностью степей экотона (рис.3). Соответственно к полученым данным кластер на уровне дистанционной связи 4.0 разделяется на два блока: А – мезофитные степи союза Fragario viridis-Trifolion montani и Festucion valesiacae; Б – ксерофитные степи союзов Fragario viridis-Trifolion montani, Festucion valesiacae, Astragalo-Stipion, Artemisio-Kochion и Artemisio marschalliani-Elytrigion intermediae. Блок А на уровне дистанционной связи 2.0 делиться на две группы: А1 – сообщества степей, что занимают понижения на склонах разной экспозиции и крутизны; А2 – степи, что произростают по днищам балок. Блок А1 на уровне дистанционной связи 1.0 делиться на два блока: А11 – сообщества лбов и пологих склонов, А12 – степные формации, что формируются в условиях с умеренным-сильным выпасом и почвах с элементами эрозии. Блок Б на уровне дистанционной связи 1.5 разделяется на две группы: Б1 – ксерофильные ковыльные степи; Б2 – ксерофильные кальциефильные, слабощелочные степи. Блок Б1 на уровне дистанционной связи 1.0 разделяется на две группы: Б11 – ксерофильные степи южных отрогов Приднепровской возвышенности; Б12 – ксерофильные степи южных отрогов Подольской возвышенности (западная часть экотона).

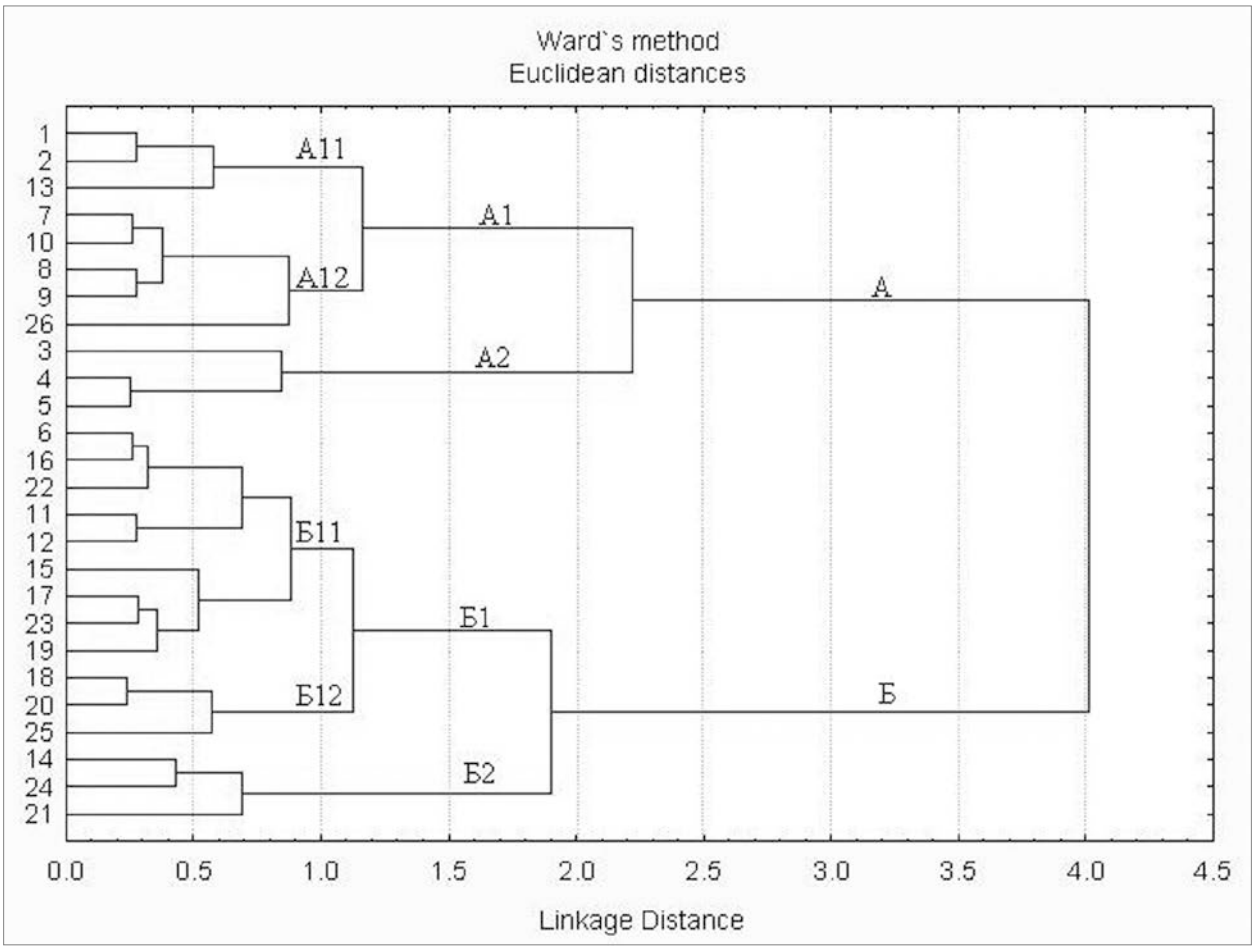


Рис.3. Дендрограмма сходства-отличия синтаксонов степной растительности на основе средних значений экологических характеристик. По осям ординат – номер синтаксона (см. в тексте).

На основе показателей экологической валентности за эдафическими факторами были выделены три основных группы толерантности степей: к стенотопным степным формациям относятся синтаксоны: 1, 2, 5, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 18, 21, 22, 23, 25, 26 (см. в тексте); к гемистенотопным – 4, 6, 7, 12, 16, 17, 19, 20, 24; к гемиэвритопным – 8; за климатическими факторами также выделяются три группы толерантности степных сообществ: к стенотопным относятся синтаксоны 1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26; к гемистенотопным – 7, 12; к мезотопным – 8. Следовательно, полученные данные свидетельствуют о том, что больше половины степных сообществ (влажные степи с *Carex praecox* Schreb., типчаковые, типчако-ковыльные, красивейшековыльные, трансильванско-перловниковые, кустарниковые и сухие степи) экотона между Лесостепью и Степью за значениями эдафических факторов могут выносить лишь незначительные изменения почвенных показателей, треть степных сообществ (бородачивые, волосистоковыльные, перестоковыльные, лессингоковыльные степи) могут выдерживать несколько большие трансформации и только валисскотипчаково-дубравношалфейные степи произростают в различных экотопах с изменчивыми условиями. За показателями климатических факторов практически все степные сообщества могут выдержать лишь незначительные изменения климата.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что на границе между зонами степная растительность произростает в специфических условиях и достаточно уязвима к изменениям как эдафических, так и климатических факторов. На основе полученных данных методом синфитоиндикации и кластерного анализа, главными дифференциирующими факторами для степей на границе между зонами являются: влажность, карбонатность почвы, орография местности (микрорельеф) и антропогенный прессинг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. Книга первая / Центр по пробл. экологии и продуктивности лесов; [отв. ред. О.В. Смирнова]. М.: Наука, 2004. 479с.

2. *Дідух Я.П., Плюта П.Г.* Фітоіндикація екологічних факторів. К.: Наук. думка, 1994. 277с.

3. *Залетаев В.С.* Мировая сеть экотонов, её функции в биосфере и роль в глобальных изменениях // В кн.: Экотоны в биосфере. М.: РАСХН, 1997. С.77-89.

4. *Коломыц Э.Г.* Зонально-поясной экотон в системе больших равнинных водосборов (на примере Волжского бассейна) // В кн.: Экотоны в биосфере. М.: РАСХН, 1997. С.34-50.

5. *Коротченко І.А., Мала Ю.І., Фіцайло Т.В.* Синтаксономія степової рослинності крайнього півдня Правобережного Лісостепу України // Наукові записки НАУКМА. Біологія та екологія. 2009. Т.93. С. 54-69.

6. *Коротченко І.А., Мала Ю.І., Фіцайло Т.В.* Синтаксономія степової рослинності крайньої півночі Правобережного Степу України // Біологічні системи. 2009. Т.1. №1. С. 73-84.

7. *Braun-Blanquet I.* Plant Sociology: the Study of Plant Communities. New York: McGraw-Hill Book Co, 1932. 439p.

8. *Didukh Ya.P.* The ecological scales of the species of ukrainian flora and their use in synphytoindication. Kyiv. Phytosociocenter, 2011. 176p.

9. *Muller-Dombois D., Ellenderg H.* Aims and methods of vegetation ecology. N.Y., L., Sidney, Toronto. John Wiley & Sons, 1974. 548 p.

ECOLOGICAL DIFFERENTIATION OF STEPPE VEGETATION OF ECOTONE «FOREST-STEPPE – STEPPE» OF UKRAINE

© 2012 Y.I. Malaya

M.G. Kholodny Institute of Botany NAS of Ukraine

This article describes the environmental features of the place of growth of steppe vegetation of ecotone between Forest-Steppe and Steppe right bank of Dniepro region of Ukraine. We used method synphytoindication, cluster analysis and ecological valency and identified the main factors that determine the spatial differentiation of steppe between zones. These are: moisture, carbonate content of the soil, terrain orography and anthropogenic pressure.

Key words: *ecotone, synphytoindication, cluster analysis, ecological valency, steppe vegetation, Forest-Steppe, Steppe.*

Yuliya Ivanovna Malaya, postgraduate student of department of geobotany and ecology. E-mail: guiniver@yandex.ru

УДК 630*18

ПРОГНОЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ КЛИМААРЕАЛОВ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ХВОЙНЫХ ПОРОД СРЕДНЕЙ СИБИРИ

© 2012 Е.И. Парфенова, Н.М. Чебакова

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск

Рассмотрена биоклиматическая модель основных лесообразующих хвойных пород Средней Сибири для целей прогнозного картографирования их потенциального распределения в связи с изменением климата к концу текущего века.

Ключевые слова: *биоклиматическая модель, основные лесообразующие породы, климатические параметры ареалов, климаареалы, Средняя Сибирь*

Целью настоящей работы является установление зависимстей размещения потенциальных местообитаний основных лесообразующих хвойных пород от экологических факторов (климатических и эдафо-литогенных) для территории Средней Сибири для целей прогнозирования этих местообитаний при любых изменениях экологических параметров. Рассмотрен первый вариант региональной биоклиматической модели лесов Средней Сибири, на основе которой будут оцениваться параметры эдификатора (состав и продуктивность доминирующей лесообразующей породы) лесов. Алгоритм модели показан на рис. 1. Входными параметрами в модель являются климатические индексы, характеризующие условия теплообеспеченности за теплый период, перезимовки и годового увлажнения местопроизрастания: соответственно суммы градусо-дней за период с температурами выше 5°С, суммы градусо-дней с отрицательными температурами (менее 0°С) и годовой индекс увлажнения (отношение суммы градусо-дней за период 5°С к годовому количеству осадков). После обработки климатическим фильтром, условия местообитаний подразделяются в соответствии с пределами климаареалов эдификаторов (основных лесообразующих пород) – кедра сибирского, пихты сибирской, лиственницы (сибирской+Гмелина) и сосны обыкновенной. Ель сибирская в исследование не включена, т.к. ее климаареал в регионе исследований ограничен долинными местообитаниями, которые не могут характеризовать климат плакоров. Затем климаареалы эдификаторов также обрабатываются почвенным фильтром: сначала принадлежностью к определенному генетическому тип почв (табл. 1), а затем характеристиками, определяющими продуктивность древостоев и обусловливающих определенные серии типов леса: генетический тип, мехсостав, pH, мощность органогенного горизонта. В результате получается карта потенциальных местообитаний основных лесообразующих пород. Следует отметить, что из-за перекрытия климаареалов основных лесообразующих пород в некоторых пикселях этой карты может существовать несколько основных лесообразующих пород.

Адекватность этой версии модели в отношении эдификаторов (основных лесообразующих пород) была проверена сравнением модельного распределении основных лесообразующих пород в современном климате с независимыми источниками - Картой лесов СССР [1] методом каппа статистик. Необходимо отметить, что распространение основных лесообразующих пород контролируется таким важным для Сибири литогенным фактором, как вечная мерзлота. Не останавливаясь на деталях [2, 4], укажем, что в нашей биоклиматической модели этот фактор учтен в виде слоя летнего протаивания более 2 м (рис. 2. Б.), который совпадает с границей вечной мерзлты (R^2=0.7) и разделяет темнохвойные породы (*Picea obovata, Pinus sibirica* и *Abies sibirica*) и светлохвойные породы (*L. sibirica, L. sukazcewi*i и *P. sylvestris*), которые не растут на вечной

Парфенова Елена Ивановна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории ГИС, E-mail: lyeti@ksc.krasn.ru; *Чебакова Надежда Михайловна*, доктор биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории ГИС, E-mail: ncheby@ksc.krasn.ru

Рис. 1. Алгоритм региональной биоклиматической модели лесов Средней Сибири.

мерзлоте, от *L. dahurica* (*L. gmelini, L. cajanderii*), которые могут расти при протаивании почвы только на 10-30 см. Каппа статистика представляет собой коэффициент сходства между двумя картами. Каппа статистики могут оценивать сходство как карты в целом, так и ее отдельных категорий. Сравнение климаареалов основных лесообразователей и их реальных ареалов показали их удовлетворительное сходство (рис. 2 Д – З). Поскольку климаареал показывает потенциальный ареал, без учета почвенных и фитоценотических факторов, он всегда больше реального. В нашем случае климаареал всех лесообразователей был скорректирован только границей вечной мерзлоты: кедр, пихта, ель, сосна и лиственница сибирская располагаются к югу от этой границы, а лиственница Гмелина – к северо-востоку. Итак, реальный ареал кедра сибирского на 73% располагается в его климатическом ареале, ареал сосны обыкновенной – на 64%; ареал лиственниц сибирской и Гмелина – на 46%. Ареал пихты сибирской совпадает с климаареалом только на 34%. Процент совпадения ареалов с климаареалами основных лесообразователей должен быть выше, т.к. Карта лесов СССР [1] дает ареалы не только коренных, климаксных лесов, но и вторичных – березовых и осиновых (рис. 2. Г.), которые, как видно из этой карты, занимают большие площади.

Для установления связей основных лесобразующих пород с генетическими типами почв в Средней Сибири (почвенный фильтр) был проведен сопряженный анализ фрагментов карт «Леса СССР» и Почвенной карты РСФСР в границах Красноярского края и Иркутской области. На данной территории выявилось 114 типов почв, 89 из которых были связаны с присутствием основных лесообразующих пород. Методами ГИС была составлена таблица

приуроченнсти лесообразующих пород к почвам и таблица частотной встречаемости той или иной лесообразующей породы на определенной почве. Также были определены почвы, не связанные с лесной растительностью (степные, тундровые и т.п.), всего 25 типов. Чтобы сделать таблицу приуроченности основных лесообразующих пород к типам почв более наглядной, мы оставили в таблице только почвы, представленные более 0.5% на исследованной территории (табл. 1.). Анализируя таблицу 1, можно сделать следующие выводы. Всего несколько типов почв из 114 заняты на 40-75% основными лесообразующими хвойными (по убывающей): гумусо-иллювиальные подзолы, дерново-подзолистые (недифференцированные и, включая, выщелоченные), торфяно-перегнойные высокогумусные неоглеенные таежные, бурые таежные. Темнохвойные породы на 40-50% приурочены к железисто-иллювиальным и гумусо-иллювиальным подзолам и дерново-подзолистым почвам; светлохвойные породы (20-30%) – к торфяно-перегнойным высокогумусным неоглеенным таежным, дерново-подзолистым (включая, выщелоченные) и охро-подбурам. Поскольку климаареалы основных лесообразующих хвойных продвинутся далеко на север к концу века, а почвы, будучи инерционным телом, останутся на прежних позициях, будущие климаареалы и почвы в достаточной мере совпадают только для видов лиственницы, а кедр, пихта и сосна останутся в целом вне контуров благоприятных типов почв.

Таблица 1. Совместная встречаемость (%) основных лесообразующих пород Средней Сибири и различных почв (включены почвы, занимающие более 3% территории)

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ТИП ПОЧВЫ	К	П	П+Е	Е	ТХВ	Л	С	СХВ	Б+О
26. торфяно и торфянисто-глеевая тундровая				1.9	1,9	0.3		0.3	0.2
28. перегнойно-торфянисто-глеевая тундровая				1.7	1,7	0.4		0.4	0.1
32. перегнойно-торфянисто-глеевая тундровая						0.5		0.5	0.1
53.торфяные и торфянисто-глеевые болотные	0.5		0.4	1.5	2,4	2.5	1.0	3.5	1.2
65. торфяно-перегнойные высокогумусные неоглеенные таежные	1.6		**6.2**	**11.3**	19,1	**19.4**	**3.2**	22,6	**5.1**
69. перегнойно-торфяные глеевые таежные	**3.1**		**3.3**	**4.0**	10,4	**7.0**	0.4	7,4	2.7
109. серые лесные	0.7	**5.6**		0.7	7,0	0.1	2.4	2,5	2.3
127. кислые аллювиальные пойменные	1.3	1.8	0.5	1.8	5.4	0.6	1.6	2,2	2.0
132. сырые аллювиальные пойменные	1.8	0.2	3.1	1.3	6,4	1.8	1.6	3.7	1.7
136. железисто-иллювиальные и гумусо-иллювиальные подзолы	**18.2**	**4.0**	**14.1**	**8.4**	49,1	**7.0**	**15.1**	22,1	**9.8**
151. глубоко-огленные и глеевые подзолистые	**8.2**		2.2		10,4	0.2	1.1	1,3	**4.7**
155. тундровые подбуры	2.0	0.2		1.5	3,7	**3.5**	0.0	3,5	0.3
160. таежные подбуры	**5.2**	**3.5**		1.3	10	0.9	0.2	1,1	0.4
169. охро-подбуры	0.2		**5.2**	**9.2**	14,4	**17.6**		17.6	**5.5**
172. гумусо-карбонатные тундровые	0.6	0.4			1,0	0.7		0.7	
173. гумусо-карбонатные	1.2			0.6	1,8	2.9	0.1	3.0	0.1
211. каменные россыпи				0.1	0,1	1.0		1	
215. железисто-дерново-таежные	0.1	1.8		1.9	3,8	0.9	**3.8**	4,7	2.1
227. дерново-подзолистые	2.9	0.7		1.4	5	1.0	2.5	3,5	2.9
230. дерново-подзолистые (недифференцированные)	**10.6**	**23.7**	**4.7**	**10.8**	49,8	1.5	**14.0**	15,5	**11.2**
235. дерново-подзолистые (включая выщелоченные)	**9.3**	**4.7**	**10.7**	**12.6**	37,3	**9.2**	**18.9**	28,1	**7.2**
239. грануземы	1.8	0.0	**8.2**	2.9	12,9	2.3	0.0	2,3	2.9
242. примитивные горные	0.3	0.0	0.7	1.1	2,1	1.4	0.2	1.6	0.2
276. иллювиально-гумусовые буро-таежные	1.3	0.0	**8.5**	**3.6**	13,4	**3.7**	0.4	4,1	**3.3**
278. буро-таежные	**6.2**	**10.5**	**11.5**	0.8	28,2	**3.2**	**5.1**	8,3	**4.1**
282. арктотундровые перегнойно-глеевые				0.5	0.5	0.2		0.2	0.1

Анализуруя приуроченность основных лесообразующих пород к типам почв, следует иметь в виду, что и почвы, и основные лесообразующие породы за долгую историю развития в период медленных климатических изменений адаптировались к климату и являются его производной. К концу текущего века ведущие климатические центры прогнозируют довольно быстрые направленные тренды метеопараметров, что приведет к перемещению потенциальных местообитаний основных лесообразующих пород. В результате основные лесообразующие породы будут вынуждены под влиянием климата перемещаться на почвы или малозаселяемые в

настоящее время данной породой, или на нелесопокрытые. Будут ли такие почвы препятствием для расширения географических ареалов основных лесообразующих пород? Нам представляется, что играть лимитирующую роль для основных лесообразующих пород из почвенных характеристик будет почвенный климат – глубина протаивания, оптимальные влажность и аэрированность. С этой точки зрения арктотундровые почвы вряд ли смогут удовлетворять требованиям основных лесообразующих пород, в то время как черноземы при подходящем климате могут быть оптимальным субстратом для всех основных лесообразующих пород.

Очевидно, что для ответа на вопрос о лимитирующей роли почвенных характеристик для продвижения основных лесообразующих пород необходим более детальный анализ на основе ГИС-технологий для определения местообитаний на подходящих почвах в пределах будущих климаареалов лесообразующих хвойных.

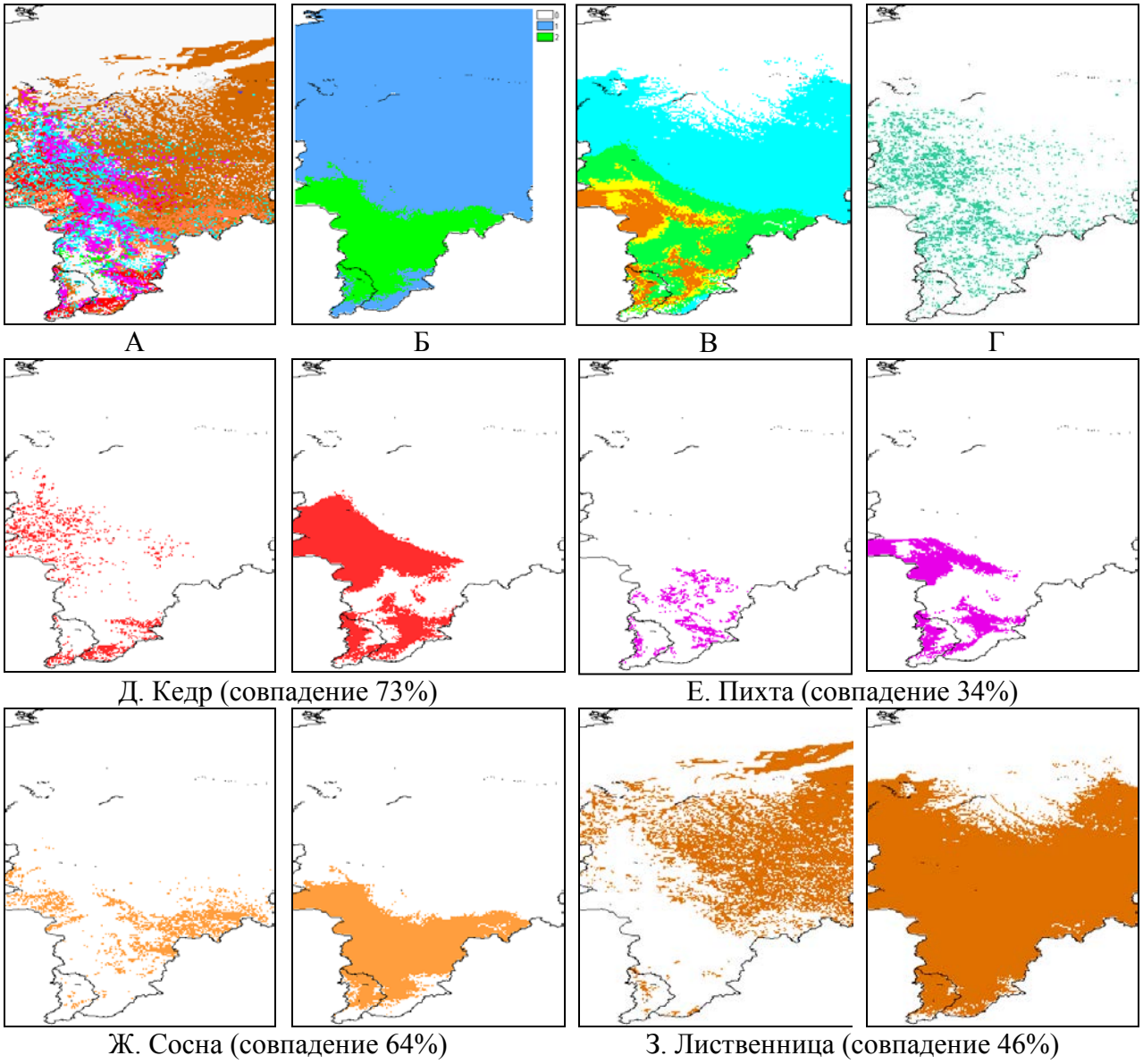


Рис. 2. Сравнение (поверка) модельных ареалов основных лесообразующих пород с картографическими источниками: А. Карта лесов СССР [1]; Б. Карта глубины слоя сезонного протаивания более 2 м; В. Карта распределения биоразнообразия 4-х основных хвойных пород; Г. Карта размещения березы и осины; Ареал породы (слева: Карта лесов СССР) и модельный климаареал породы (справа): Д. Кедра сибирского; Е. Пихты сибирской; Ж. Сосны обыкновенной; З. Лиственниц сибирской и Гмелина.

Работа выполнена при поддержке гранта10-05-00941 РФФИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карта «Леса СССР», М 1:2 500 000 / под ред. А.С. Исаева. 1990.
2. *Поздняков Л.К.* Мерзлотное лесоведение. Новосибирск, 1986. 192 с.
3. Почвенная карта РСФСР М 1:2 500 000/под ред. В.М. Фридланда 1988.
4. *Шумилова Л.В.* Ботаническая география Сибири. Томск.: Изд-во ТГУ, 1962. – 440 с.

PREDICTION OF POTENTIAL CLIMATIC RANGES FOR MAJOR FOREST-FORMING CONIFER SPECIES IN CENTRAL SIBERIA

© 2012 E.I. Parfenova, N.M. Tchebakova

V.N. Sukachev Forest Institute of SB RAS

A bioclimatic model of major tree conifer species of central Siberia is considered to predict their potential distribution in a changing climate of the current century.

Key words: *a bioclimatic model, major tree species, climatic parameters of ranges, clima-areas, central Siberia*

Parfenova Elena, PhD, scientific researcher of GIS-lab, E-mail: lyeti@ksc.krasn.ru; *Tchebakova Nadja*, Doc of biol. sci., senior scientific res. of GIS-lab, E-mail: ncheby@ksc.krasn.ru

УДК 581.526.53(571.513)

ОСОБЕННОСТИ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ С УЧАСТИЕМ АЛЬПИЙЦЕВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ (ЮЖНАЯ СИБИРЬ)

© 2012 М.А. Полякова, А.В. Ларионов

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск

В статье дается описание флористических особенностей петрофитных степных сообществ с участием сниженных альпийцев, относящихся к характерным сообществам степного и лесостепного поясов Хакасии. Проанализированы их ботанико-географические связи с высокогорными степями.

Ключевые слова: *степи, Хакасия, реликты, петрофиты, альпийские виды.*

На большей части территории республики Хакасия преобладает степная растительность, которая является зональной. Степи распространены в степном и лесостепном поясах, их каменистые варианты занимают большие пространства на территории республики. Как правило, они приурочены к склонам южных ориентаций или встречаются по верхним выровненным эродированным частям склонов гор и увалов.

Одним из уникальных элементов петрофитной степной растительности выступают степи с участием альпийцев. На своеобразие флористического состава таких степей влияет комплекс экологических процессов, таких как, интенсивность выветривания, особые режимы тепло- и влагообеспечения, степень сформированности почвенного покрова. Также большое влияние на существование таких сообществ имеют сложные ботанико-географические связи Хакасии, обеспечившие обогащение степной флоры альпийскими видами.

Одно из первых упоминаний о сообществах с участием реликтовых альпийцев на территории Хакасии было в работе К.А. Соболевской [1]. Реликтовые перигляциальные комплексы были ей обнаруженных и описаны в 1936 году на окраинах Хакасских степей.

Уникальность сообществ отражена в работах В.В. Ревердатто [2,3], в коллективной монографии «Растительный покров Хакасии» [4]. Позднее сообщества были освещены в работе А.Ю. Королюка и Н.И. Макуниной [5], где авторы выделяют их в ассоциацию ***Androsaco dasyphyllae-Caricetum pediformis***, и разделяют на две субассоциации (***A.d.-C.p. caricetosum humilis, A.d.-C.p. helictotrichetosum desertorum***).

Целью данной работы было выявить особенности и своеобразие флористического состава данных сообществ по спектрам экологических, фитоценотических и хорологических групп видов и проанализировать их ботанико-географические связи с сообществами высокогорных степей.

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ

Хакасия занимает площадь 61,9 тыс.кв.км и вытянута с севера на юг на 450 км. Территория республики оконтурена естественными, довольно чётко выраженными рубежами. На западе отделена системой гор Кузнецкого Алатау. Южная граница идет по осевому гребню Западного Саяна и его ответвлениями - Кантегирскому и Сабинскому хребтам. На востоке республику отделяют Джебашский хребет и воды Енисея. Только на севере республика не имеет ярко выраженных границ. Здесь она пересекает степные пространства Чулымо-Енисейской котловиной, которая представляет собой естественный выход на широкие просторы Сибири [6].

Центральную, наиболее пониженную область (250-300 м.н.у.м.) занимает собственно

Минусинская котловина. Имея общие размеры 280х120км, эта котловина заходит в пределы Хакасии своим меньшим, западным участком. Она отличается равнинным, но сильно

Полякова Мария Александровна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории экологии и геоботаники ЦСБС СО РАН, E-mail: galatella@mail.ru; *Ларионов Алексей Викторович*, аспирант ЦСБС СО РАН, E-mail: LarionovAlexey000@yandex.ru

пересеченным эрозионным рельефом. Отдельные участки котловины носят различное наименование: Кайбальская степь, Уйбатская или Абаканская степь (северо-западная часть последней имеет название Карасукской степи). Кайбальская степь охватывает холмистый водораздел между Енисеем и Абаканом (Бейский и Алтайский районы). Уйбатская степь занимает левобережье реки Абакан в пределах Усть-Абаканского, Аскизского и Таштыпского районов. Здесь водораздельные пространства заняты холмами и увалами, которые поднимаются над окружающей долиной на 300-400 метров, имея часто довольно крутые склоны.

Климат Хакасии резко континентальный с холодной зимой и жарким летом, что обусловлено как особенностью географического положения, так и специфическими условиями рельефа. В холодное время года здесь преобладает ясная сухая и очень морозная погода. Летом погода жаркая, умеренно ясная, маловетреная.

Формирование почвенного покрова тесно связано с периодом альпийского орогенеза. По мере поднятия горных районов и дифференцировки климата, в связи с нарастанием похолодания и сухости, почвы степных впадин преобразовались в малогумусные, маломощные карбонатные разновидности [4,6].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовательские работы проводились на территории Аскизкого и Усть-Абаканского районов республики Хакасия. Было использовано 60 полных геоботанических описаний собранных в ходе полевых работ 2011 г. Описания выполнены по стандартной методике, на площадках 100 $м^2$ [7,8,9]. Из геоботанических описаний создана база данных на основе TURBOVEG [10]. Классификация проведена методом Браун-Бланке [11] с использованием JUICE 7.0. Для характеристики экологических свойств местообитаний был проведен экологический и фитоценотический анализ флористического состава. Для выявления географических связей сообществ каменистых степей использованы хорологические группы (типы географических элементов флоры) выделенные на основании общих принципов, изложенных в работах Ю. Д. Клеопова, И. А. Толмачева, Б. А. Юрцева, Р. В. Камелина. В основу также была положена система, разработанная Л. И. Малышевым и Г. А. Пешковой для анализа флоры Байкальской Сибири [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ КЛАССИФИКАЦИИ И ХАРАКТЕРИСТИКА СИНТАКСОНОВ

Класс ***Cleistogenetea squarrosae*** Mirkin et al. ex Korolyuk 1991
Порядок ***Helictotrichetalia schelliani*** Hilbig 2000
Союз ***Eritrichio pectinati-Selaginellion sanguinolentae*** Ermakov et al 2006
Ассоциация ***Androsaco dasyphyllae-Caricetum pediformis*** Korolyuk et Makunina 1998
Субассоциация ***A.d.-C.p. helictotrichetosum desertorum*** Korolyuk et Makunina 1998

Сообщества ассоциации ***Androsaco dasyphyllae-Caricetum pediformis*** объединяют петрофитные низкотравные степи, расположенные в диапазоне высот от 400 до 750 м.н.у.м.. Диагностическую группу ассоциации слагают: *Kobresia filifolia, Festuca sibirica, Allium stellerianum, Androsace dasyphylla, Arctogeron gramineum, Minuartia verna, Oxytropis intermedia, Festuca lenensis*. Они распространены по верхним выровненным и привершинным частям склонов преимущественно южной и юго-восточной экспозиции, реже на склонах северных ориентаций. Почвенный горизонт, как правило, слабо развит, его глубина в среднем 5 - 8 см, ниже начинаются подстилающие породы. Защебненность составляет от 30 до 85 %. Нередко наблюдаются выходы материнских пород на поверхность, покрытие которых в среднем колеблется от 25 до 45 %.

Кустарниковый ярус отсутствует, лишь единично в некоторых описаниях встречается *Caragana pygmaea* и *Cotoneaster melanocarpus*.

Травяной ярус с общим проективным покрытием от 25 до 65 % образован двумя подъярусами. В первом разреженном подъярусе высотой 20 – 35 см и покрытием 5 – 8 % преобладают злаки *Helictotrichon desertorum, Stipa krylovii, Elytrigia geniculata,* а также представители разнотравья - *Adenophora rupestris, Bupleurum scorzonerifolium, Kitagawia baicalensis, Veratrum nigrum, Artemisia commutata*. Наибольшим флористическим разнообразием представлен второй подъярус, средняя высота которого колеблется от 5 до 12 см, покрытие составляет 20 – 50 %. Основу подъяруса слагает группа петрофитных (как облигатных, так и факультативных) растений - *Androsace dasyphylla, Thymus serpyllum, Youngia tenuifolia, Alyssum obovatum, Gypsophila patrinii, Saussurea salicifolia*. С небольшим покрытием, но постоянно присутствуют *Dendranthema zawadskii, Eritrichium jenisseense, Gentiana decumbens, Leibnitzia anandria, Polygala sibirica, Stevenia cheiranthoides.*

Субассоциация ***A.d.-C.p. helictotrichetosum desertorum*** представляет мезофитный вариант ассоциации. Диагностическими видами выступают - *Helictotrichon desertorum, Scorzonera radiata, Sanguisorba officinalis, Tephroseris integrifolia, Pedicularis sibirica.*

Здесь несколько уменьшается роль петрофитных видов, характерных для типичных, более сухих, сообществ ассоциации. В то же время появляется комплекс ксеромезофитов и мезоксерофитов - *Veratrum nigrum, Vicia multicaulis, Primula cortusoides, Polygala comosa, Artemisia tanacetifolia* характеризующий более влажные условия существования сообществ.

Таким образом, сообщества с участием перегляциальных реликтов отнесены к классу луговых и настоящих степей распространенных в Центрально-Азиатской подобласти степной области Евразии - ***Cleistogenetea squarrosae***, порядку умеренно сухолюбивых луговых степей Восточной Сибири и Внутренней Азии ***Helictotrichetalia schelliani***, и союзу ***Eritrichio pectinati-Selaginellion sanguinolentae*** объединяющему луговостепные петрофитные сообщества, широко распространенные в степном и лесостепном высотных поясах в Южной Сибири и Монголии.

Так как флористический состав является важным признаком сообществ и характеризует флорогенетические, эколого-фитоценотические и географические их особенности был проведен анализ видов описанных сообществ.

Ценофлора степных сообществ с участием сниженных альпийцев с насчитывает 206 видов, средняя видовая насыщенность сообществ 35-40 видов на 100 м^2, максимальная видовая насыщенность составляет 65 видов на 100 м^2.

Распределение видов по различным экотопам выступает существенной характеристикой ценофлоры. Контрастный состав наблюдается при распределении видов по экологическим группам. Ведущая позиция принадлежит мезоксерофитам, составляющим – 54 % (*Carex pediformis, Coluria geoides, Festuca valesiaca, Leibnitzia anandria*). Вторыми по участию, практически в равных долях, выступают ксеромезофиты (*Dendranthema zawadskii, Gentiana decumbens, Veratrum nigrum, Galium verum*) и ксерофиты (*Agropyron cristatum, Chamaerhodos erecta, Potentilla acaulis, Youngia tenuifolia*), при несколько большем участии первых, 19 % и 16 % соответственно. Небольшая часть видов отнесена к мезофитам – 11 % (*Dactylorhiza incarnata, Galium boreale, Cirsium vulgare, Primula cortusoides*). Такое соотношение экологических групп отражает расположение сообществ ассоциации в лесостепном поясе или на границе степного и лесостепного поясов. Присутствие в составе экологических групп мезофитов, встречающихся, главным образом, в сообществах, отнесенных к субассоциации ***A.d.-C.p. helictotrichetosum desertorum***, показывает достаточно широкую амплитуду условий распространения сообществ в условиях умеренно сухих степей, от верхних наиболее сухих частей южных склонов с высоким уровнем инсоляции до более влажных склонов северо-западной ориентации.

Анализ видов по фитоценологическим группам показал, что лидирующая роль принадлежит луговостепной группе – 48% (*Artemisia sericea, Cerastium arvense, Festuca sibirica, Phlox sibirica*), на втором месте степная группа – 28% (*Artemisia frigida, Dontostemon micranthus, Oxytropis strobilacea, Carex korshinskyi*), в горностепную группу (*Androsace dasyphylla, Gypsophila patrinii, Ephedra monosperma,*), отнесено 14% видов. На долю луговой фитоценотической группы (*Galium boreale, Valeriana officinalis, Carum carvi*) приходится 6 % от общего числа видов, в альпийскую группу отнесено 4% видов - *Festuca ovina, Kobresia filifolia,*

Minuartia verna, Patrinia sibirica, Poa attenuata, Potentilla nivea. Единично представлены пустынно-степная (*Euphorbia tshuiensis*) и лугово-дубравная (*Lychnis sibirica, Adenophora coronopifolia*) группы.

Анализ спектра хорологических элементов выявил доминирование видов евразиатской группы – 33% (*Goniolimon speciosum, Polygala sibirica, Pulsatilla patens, Thymus serpyllum*), южносибирско-моногольско-восточноазиатских (*Agropyron cristatum, Schizonepeta multifida, Scorzonera radiata*) и южносибирско-монгольско-джунгарских (*Heteropappus altaicus, Silene graminifolia, Anagallidium dichotomum*) геоэлементов – 19% и 13% соответственно. Третью позицию по значимости (по 10%) разделили голарктическая (*Hieracium umbellatum, Artemisia glauca*), евросибирско-джунгарская (*Festuca valesiaca, Scabiosa ochroleuca, Stipa pennata*) и южносибирско-монгольская (*Erysimum flavum, Vicia multicaulis*) группы видов.

В общем, выделенный спектр хорологических групп указывает, что формирование ценофлоры проходило под воздействием миграций видов предположительно в плейстоценовый период. Об этом также говорит наличие группы видов – *Kobresia filifolia, Patrinia sibirica, Minuartia verna, Potentilla nivea, Gentiana decumbens,* которые ряд авторов (В.В. Ревердатто, К.А. Соболевская, И.М. Красноборов) относят к плейстоценовым реликтам.

На формирование флоры южной части Сибири в целом большое влияние оказывало оледенение Кузнецкого Алатау, Саян и Алтая, давшее степям Хакасии плеяду элементов альпийской флоры нехарактерных для современных экологических условий. Выживание и распространение сообществ с участием гляциальных альпийцев обеспечивается совокупностью своеобразных экологических факторов схожих с условиями высокогорных территорий, где они распространены наиболее широко. Малая влагоемкость почв по верхним частям защебленных склонов и слабый снеговой покров зимой приводят к формированию так называемой сухой мерзлоты. В летний период почвы сильно прогреваются, что обуславливает сухость местообитаний, так же этому способствует хороший почвенный дренаж обеспечивающий быстрый сброс атмосферных осадков.

Такое явление, как присутствие в составе степных сообществ видов, основной ареал которых находится в высокогорных альпийских зонах Сибири и Средней Азии, свойственно не только для Хакасии, но и для других Среднесибирских степей (Каннской и Иркутско-Балаганской).

По мнению ряда авторов [1,2] степи существовали еще в третичное время единой широкой зональной полосой, протянувшейся от современной Средней Азии по направлению к северо-востоку, где в условиях достаточно аридного климата проходил процесс ксерофитного видообразования.

Гляциальные реликты возникли в альпийской зоне горных хребтов, в момент предшествовавший оледенению и во время оледенения. Часть из них имеет азиатский ареал и является генетически азиатским элементом [2]. Такие виды свидетельствуют не только о наличии самого факта оледенения, имевшего место на данной территории и проявившегося в той или иной степени, но также указывают на пути миграции флоры в этот период [13].

Присутствие этих растений Ревердатто объясняет тем, что в эпоху оледенения возникшая в альпийской области горных хребтов высокогорная растительность под влиянием опускавшейся снеговой линии, а затем и образовавшихся ледников, мигрировала вниз, в долины и межгорные котловины. Здесь произошло смешение высокогорной альпийской и степной ксерофитной флор. В условиях перигляциальной зоны выработалась группа перегляциально-степных реликтов впоследствии ставшими компонентом флор горных и предгорных степей Сибири. По мере отступания ледника освободившиеся пространства заселялись растительностью перигляциальной зоны. В криоксеротическое время было достаточно холодно и большая часть альпийцев, спустившихся с ледников в перигляциальную зону смогла сохраниться там и в период отступания ледников благодаря низким температурам и сухости.

В то же время часть гляциальных и перегляциальных реликтов вымерла, произошло обеднение флоры альпийскими видами и обогащение ксерофитами ранее здесь произраставшими, а также за счет монгольских видов, мигрировавших через долину Енисея, уже

прорезавшую Саяны и носившей пустынно-степной характер. Эти монгольские мигранты распространились по южным степям Хакасии и проникли далеко в горы, достигая места с перигляциальными ксерофитами альпийской зоны [2].

В общем, описываемые сообщества характеризуется четко выраженными азиатскими связями, значительное участие видов с голарктическими и евразийскими ареалами указывает на широкие связи степей Хакасии с флорами Северного полушария в целом. Наличие большого числа видов южносибирско-моногольско-восточноазиатского геоэлемента определяется большим влиянием флоры степей Северной Монголии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Соболевская К.А.* Реликтовые ассоциации ледниковой эпохи в Хакасии // Известия Всесоюзного географического общества. 1941.Т. 73. Вып. 3. С.464-467.

2. *Ревердатто В.В.* Основные моменты развития послетретичной форы в Средней Сибири // Советская ботаника. 1940. №2. С. 48-64.

3. *Ревердатто В.В.* Ледниковые и степные реликты во флоре Средней Сибири в связи с историей флоры // Научные чтения памяти М.Г. Попова. 1960. Новосибирск. С. 111-131.

4. Растительный покров Хакасии. 1976. Новосибирск. 423с.

5. *Королюк А.Ю., Макунина Н.И.* Низкотравные каменистые степи Северо-Минусинской котловины: ассоциации Androsaco dasyphyllae-Caricetum pediformis // Бот. жур. 1998. Т.83. № 7. С. 119-127.

6. *Никольская Л.А.* Хакасия 1968. Красноярск. 243 с.

7. Полевая геоботаника. 1964. Новосибирск. Т. 3. 530 с.

8. Полевая геоботаника. 1972. Новосибирск. Т. 4. 336 с.

9. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И.* Современная наука о растительности: Учебник. 2000. М. 264 с.

10. *Hennekens S.M.* TURBO(VEG). Software package for input, processing, and presentation of phytosociological data. User's guide. Lancaster: IBN-DLO, 1996. University of Lancaster, 59 p.p.

11. *Westhoff V. & van der Maarel E.* The Braun-Blanquet approach // Handb. Veg. Sci. 1973. V.5. P. 617-726.

12. *Малышева Л.И., Пешкова Г.А.* Особенности и генезис флоры Сибири: (Предзабакалья и Забайкалья) Новосибирск 1984. 264 с.

13. *Соболевская К.А.* К вопросу о реликтовой флоре восточных склонов Кузнецкого Алатау и Хакасских степей / Известия Западно-Сибирского филиала АН СССР. 1946. № 1. С. 33-40.

STEPPE COMMUNITIES WITH PARTICIPATION OF ALPINE SPECIES IN THE KHAKASIA

© 2012 M.A. Polyakova, A.V. Larionov

Central siberian botanical garden, Novosibirsk

This article describes the features of floristic petrophytic steppe communities with reduced alpines related to the characteristic communities of the steppe and forest-steppe zones of Khakasia. Analyzed their botanical and geographical connection with the high mountain steppes.

Keywords: *steppes, Khakasia, relicts, petrophytes, alpine species.*

Polyakova Mariya Alexandrovna, PhD, Laboratory of ecology and geobotany CSBG, E-mail: galatella@mail.ru; *Larionov Alexey Viktorovich*, postgraduate student, Laboratory of ecology and geobotany CSBG, E-mail: LarionovAlexey000@yandex.ru

УДК 581.526.2 + 581.6

ФИТОИНДИКАЦИОННЫЙ ИНДЕКС «СРЕДНЕЕ ПЕРЕКРЫВАНИЕ МИНУС РАССТОЯНИЕ»

© 2012 С.В. Пушкарёв

Институт географии РАН, г. Москва

Для оценки однородности (сходства, согласия) диапазонов значений видов сообщества на некоторой экологической шкале предложен индекс «среднее перекрывание минус расстояние», отличающийся от прототипа (индекса среднего перекрывания) тем, что с целью устранения завышения значения индекса, когда среди диапазонов есть неперекрывающиеся с зазором, большим нуля, из значения перекрывания двух диапазонов вычитается значение расстояния между этими диапазонами, понимаемое как расстояние между ближайшими членами разных диапазонов.

Ключевые слова: *геоботаника, фитоиндикация, диапазонная шкала, амплитудная шкала, коэффициент экологического согласия, индекс согласия, Жаккар, сходство, перекрывание, расстояние, простейший индекс сходства.*

В 1995-м году Зверев предложил взять в качестве одного из трех типов коэффициента экологического согласия (КЭС) «известные из сравнительной флористики индексы сходства систематического состава [4, с. 231-233], заменив число видов на количество факторов, охватываемых соответствующей амплитудой. КЭС рассчитывается как средневзвешенный для всех видов индекс перекрытия. […] соответствующие КЭС можно назвать: Жаккар-подобный, Съеренсен-подобный, Василевич-подобный, Экман-подобный, Студгрен-Радулеску-подобный.» [2, с. 234]. В 2011-м он отмечает: «Практика показала, что из множества предложенных ранее индексов [2] наиболее востребованным и интерпретируемым оказался интервальный ИС [индекс согласия], наследующий идею […] меры сходства П. Жаккара [5]» [1, с. 313].

В соответствии с моими критериями «качества» индексов сходства [3] я подставил в формулу Зверева (вычисления среднего перекрывания, [1, с. 313, - из формулы следует убрать ошибочное « 1- » / Зверев, личное сообщ.]) вместо индекса Жаккара свой простейший индекс сходства (I_s = a) [3, с. 209] и получил следующую формулу [6]:

$$MO = \frac{2\sum_{i=1}^{S}\sum_{j=i+1}^{S} a_{ij}}{(n^2 - n)} \quad (1)$$ Которую лучше писать так. : $$MO = \frac{2\sum_{i=1}^{S}\sum_{j=i+1}^{S} a_{ij}}{(S^2 - S)} \quad (2)$$ Где «МО» – среднее перекрывание («mean overlap»), «S» и «n» – количество видов, «a» – количество общих ступеней / градаций в паре из i-го и j-го видов.

Как и исходный индекс Зверева [1, с. 313], и его аналоги у него же [2], и мои «выборочный» (на основе индекса Рассела-Рао) и «генерально-совокупный» индексы [6], он («безотносительный») отражает только перекрывание диапазонов («амплитуд толерантности» по Звереву) видов на шкале фактора, но не расстояние между диапазонами. А это расстояние может иметь значение: в случаях А и Б (рис. 1) имеют место разные (2 и 1) перекрывания и **одинаковые** расстояния (0 и 0), в случаях Б и В разные (1 и 0) перекрывания и **разные** расстояния (0 и 1), в случаях В и Г одинаковые (0 и 0) перекрывания и **разные** расстояния (1 и 2) (смотри также табл. 1).

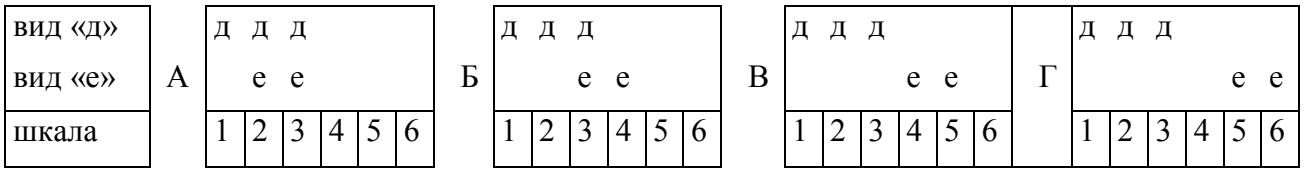


Рис. 1. Четыре варианта взаимного расположения диапазонов видов «д» и «е» на шкале. В ряду «А,Б,В,Г» виды «д» и «е» все более «расходятся» по шкале фактора.

Пушкарев Сергей Валерьевич, н.с. лаборатории биогеографии, E-mail: push15@ya.ru

В [1, с. 314,315] Зверев предложил «точечный индекс согласия» для оценки сходства показателей (точек оптимума видов) на оптимумных фитоиндикационных шкалах:

$$C_{opt} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=i+1}^{n} | O_i - O_j |}{(k-1)(n^2-n)/2}$$ (3) «, где C_{opt} – значение точечного индекса согласия; n – число видов в описании, имеющих статусы по выбранному фактору, k – число градаций (ступеней, индикаторных групп) в шкале; O_i и O_j – значение оптимума (номер индикаторной группы) i-го и j-го вида соответственно. Точечный ИС в данном случае – средний модуль расстояния между оптимумами всех видов, отнесенный к числу ступеней в шкале.» Т.е., для конкретной пары видов i и j имеем относительное расстояние $|O_i - O_j|/(k-1)$. Безотносительным расстоянием для этой пары будет $|O_i - O_j|$.

Но расстояние может быть посчитано не только для точечных объектов. Если вместо точек (оптимумы диапазонов) в паре видов я возьму отрезки (сами занимаемые диапазоны) и расстояние буду мерить между ближайшими друг к другу точками этих диапазонов, то получу обычное расстояние между неточечными (т.е., линейными, площадными или объемными) объектами. Линейными объектами в моем случае будут диапазоны видов «д» и «е» на рис. 1.

Сведу перекрывания и расстояния для случаев на рис. 1 в таблицу (табл. 1, столбцы «ж» и «з»).

Таблица 1. Перекрывания, расстояния и функции от них.

случай на рис. 1	**перекрывание**	**расстояние**	**перекрывание минус расстояние**
			= ж – з
	ж	*з*	*и*
А	2	0	2
Б	1	0	1
В	0	1	-1
Г	0	2	-2

Видно, что перекрывание (столбец «ж») и расстояние (столбец «з») взаимно дополняют друг друга. Это позволяет ввести единую оценку согласия: «перекрывание минус расстояние» («ПМР», столбец «и»).

Обозначив перекрывание («П») как «о» («overlap») (в формуле-2 обозначенное как «а»), а расстояние («Р») как «d» («distance»), получаю для конкретного случая « $ПМР_{ij} = П_{ij} - Р_{ij}$ », или « $OMD_{ij} = o_{ij} - d_{ij}$ », где «OMD» есть «overlap minus distance». Положительные его значения означают степень перекрывания, а (ранее отсутствовавшие) отрицательные – расстояние между диапазонами двух видов (их взаимоудалённость) на шкале фактора. Итоговая общая формула получает такой вид:

$$СПМР = \frac{2\sum_{i=1}^{B}\sum_{j=i+1}^{B}(П_{ij} - P_{ij})}{(B^2 - B)}$$ (4) или $$MOMD = \frac{2\sum_{i=1}^{S}\sum_{j=i+1}^{S}(o_{ij} - d_{ij})}{(S^2 - S)}$$ (5) Где «СПМР» – «среднее перекрывание минус расстояние», «В» – «количество видов», «MOMD» – «mean overlap minus distance».

Из-за неучета расстояния (формулу-2 можно считать таким частным случаем формул-4 и -5, где расстояние – постоянно и равно нулю) формула-2 будет давать завышенные оценки согласия в тех случаях, когда среди диапазонов сравниваемых видов есть неперекрывающиеся с зазором, большим нуля.

Как и в случае с использованным в формулах-4 и -5 простейшем индексе сходства [3], выведенный индекс – безотносителен к шкале фактора. Поэтому его следует сопровождать размером этой шкалы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зверев А.А.* Использование индексов согласия при экологическом анализе растительности. // Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока. Мат. 5-й Всерос. конф.: в 2 т. Красноярск, 2011. Т. 2, С. 311-318

2. *Зверев А.А.* Применение коэффициентов экологического согласия в численных методах исследования растительного покрова. // Проблемы изучения растительного покрова Сибири. Тезисы докладов. Томск, 1995. С. 233–235.

3. *Пушкарев С.В.* Простейшая формула сходства сообществ. // Отечественная геоботаника: Мат. Всерос. конф. В 2 т. Том 1. СПб, 2011. С. 207-209

4. *Шмидт В.М.* Математические методы в ботанике. Л.: ЛГУ, 1984. 288 с.

5. *Jaccard P.* Distribution de la flore alpine dans le bassin des Dranses et dans quelques régions voisines // Bull. Soc. Vaudoise Sci. Nat. 1901. Vol.37. N 140. P. 241–272.

6. *Пушкарёв С.В.* Три фитоиндикационных индекса перекрывания // Эколого-географические проблемы регионов России. Сб. мат. III Всеросс. конф. Самара, 2012, С. 84

PHYTOINDICATIONAL INDEX «MEAN OVERLAP MINUS DISTANCE»

© 2012 S.V. Pushkaryov

Institute of Geography, RAS

In order to estimate homogeneity (similarity, consent) of intervals of values of species of a co mmunity on an ecological scale I propose the index «mean overlap minus distance», differing from the prototype (index of mean overlap) with subtraction of the value of the distance between two intervals, understanding this distance as one between the nearest members of different intervals, from the value of these intervals' overlap, in order to remove giving too high values, when non-overlapping intervals with gap greater than zero exist among the intervals.

Key words: *geobotany, phytoindication, interval scale, amplitude scale, coefficient of ecological consent, index of consent, Jaccard, similarity, overlap, distance, simplest index of similarity.*

E-mail: push15@ya.ru

УДК 581.9(477)

КУСТАРНИКОВЫЕ СООБЩЕСТВА КЛАССА LONICERO-RUBETEA PLICATI HAVEMAN ET AL. IN STORTELDER ET AL. 1999 В УКРАИНЕ

© 2012 Т.В. Фицайло

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного Национальной академии наук Украины

В данной статье дана характеристика кустарниковых сообществ класса Lonicero-Rubetea plicati Haveman et al. in Stortelder et al. 1999 в Украине.

Ключевые слова: *кустарниковые сообщества, классификация, Lonicero-Rubetea plicati, Украина.*

Lonicero-Rubetea plicati Haveman et al. in Stortelder et al. 1999 – субатлантично-центральноевропейські ацидофильные кустарниковые заросли бордюров и лесных опушек с бедными на питательные вещества песчаными почвами. Оптимальные условия развиия имеют на слабокислих глинисто-песчаних, песчаных и сухих торфянистых участках с относительно стойким микроклиматом, требовательные к освещению и чувствительные к затопления.

Ведущими факторами территориальной дифференциации синтаксонов ацидофильных кустарниковых сообществ являются условия увлажнения, механического состава почвы и его кислотность.

Данные сообщества характеризуются низким уровнем (сравнительно с Западной Европой) ценоразнообразия [4]. Ценотаксономической спецификой этой кустарниковой растительности есть то, что она имеет большое видовое сходство с классами Alnetea, Vaccinio-Piceetea, Epilobietea, Salicetea purpureae и Rhamno-Prunetea. Набор диагностических видов представлен видами этих классов.

Сообщества класса Lonicero-Rubetea plicati Haveman et al. in Stortelder et al. 1999 Украины представленные 3 ассоциациями, которые объединяется в 1 порядок и 2 союза (табл. 1), что является первой сводкой материалов по этому классу.

Данная робота базируется на материалах полевых исследований проведенных автором на протяжении 2005-2009 рр. в рамках исполнения программы UNESCO-JFIT ”Створення транскордонного біосферного резервату та регіональної екологічної мережі Полісся” [1-3].

***Lonicero-Rubetea plicati* Haveman et al. in Stortelder et al. 1999**

[*Betulo-Franguletea* (Doing 1962) Passarge et Hofmann 1968; *Franguletea alni* Doing ex Westh. 1969 p.p.; *Salici-Franguletea* Jurko 1964 (art. 2b); *Betulo-Franguletea* Passarge 1978; *Lonicero-Rubetea plicati* Haveman et al. in 1997 (art. 3f); *Rubo plicati-Franguletea* Weber 1999].

Диагностические виды: *Frangula alnus* Mill., *Betula pendula* Roth, *Sorbus aucuparia* L., *Populus tremula* L., *Rubus fruticosus agg., Rubus idaeus* L., *Holcus lanatus* L., *H. mollis* L., *Galiopsis tetrachit* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Vaccinium myrtillus* L., *Agrostis capillaris* L., *Avenella flexuosa* (L.) Drejer.

Сообщества формируются часто как линейные (бордюрные) элементы опушек и отдельные комплексы в пределах больших лесных полян. В Украине данные сообщества распространенные в лесной и частично (на севера) лесостепной зонах.

***Rubetalia plicati* Weber 1995**

[*Pteridio-Rubetalia* Doing 1962 (art. 2b); *Pteridio-Rubetalia* Doing ex Weber 1977 (art. 3f); *Pteridio-Rubetalia* Doing ex Birse 1984 (art.8, 14); *Rubo-Franguletalia* Passarge et Hofmann 1968].

Диагностические виды: диагностические виды класса.

Сообщества занимают умеренно увлажненные участки с бедными кислыми почвами.

***Lonicero-Rubion silvatici* Tx. et Neumann ex Witting 1977**

Фицайло Татьяна Васильевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела геоботаники и экологии. E-mail: fitsailo@bigmir.net

[*Lonicero-Rubion silvatici* Tx. et Neumann in Tx. 1950 (art. 31); *Rubion plicati* Weber 1977; *Rubion subatlanticum* R. Tx. 1952; incl. *Molinio-Frangulion* Passarge in Passarge et Hofmann 1968; *Agrostis Frangulion* Passarge et Hofmann 1968].

Диагностические виды: *Frangula alnus* Mill., *Betula pendula* Roth, *Sorbus aucuparia* L., *Rubus plicatus* Weihe&Nees, *R. idaeus* L., *R. nessensis* W. Hall, *R. caesius* L., *Holcus lanatus* L., *H. mollis* L., *Potentilla erecta* (L.) Raeusch., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Agrostis capillaris* L., *Avenella flexuosa* (L.) Drejer.

Субатлантично-центральноевропейський тип сообществ. В строении этих ценозов важную роль играют сложные в определении виды ежевик и потому выделения этих группировок есть довольно проблематичным.

***Frangulo-Rubetum plicati* Neumann in Tx. 1952 emend. Oberd. 1983**

[*Frangulo-Rubetum plicati* Oberd. 1983; incl. *Molinio-Franguletum* Passarge in Passarge et Hofmann 1968; *Agrostio-Franguletum* Passarge in Passarge et Hofmann 1968; *Agrostio-Populetum* Passarge in Passarge et Hofmann].

Диагностические виды: *Frangula alnus* Mill., *Betula pendula* Roth, *Sorbus aucuparia* L., *Quercus robur* L., *Populus tremula* L., *Rubus fruticosus agg.*, *Rubus idaeus* L., *Holcus mollis* L..

Заросли крушины и ежевик, формируют часто непролазные чащи. Значительное участие в формировании ценозов пренадлежит подросту *Betula pendula* Roth, *Populus tremula* L., *Sorbus aucuparia* L. и *Quercus robur* L. Сообщества ассоциации формируются на глинисто-песчаних почвах, бедных и кислых, в пространственно-динамическом комплексе с сосново-дубовыми лесами. Данные ценозы имеют достаточно широкую амплитуду по влажности почвы: обычно встречаются на свежих почвах, вместе с участками с переменным увлажнением. Более влажные местообитания представленны ценозами с *Molinia caerulea* (L.) Moench или даже с *Salix aurita* L., *S. cinerea* L., что связывает эти кустарниковые заросли с союзом Alnion glutinosae.

***Rubetum silvatici* Weber in Pott 1995**

Диагностические виды: *Frangula alnus* Mill., *Rubus nessensis* W. Hall, *Agrostis capillaris* L., *Rumex acetosella* L., *Avenella flexuosa* (L.) Drejer.

Сообщества встречаются на участках с влажным микроклиматом и слабокислыми, безкарбонатными почвами. Данные ценозы обычны для лесных полян, опушек и лесных просек.

***Ulici-Sarothamnion* Doing ex Weber 1997**

[*Sarothamnion* Tx. in Preising 1949 (art. 1, 2a, 2b); *Sarothamnenion* Oberd. 1979; *Sarothamnenion* Tx. et Preising ex Oberd. 1957; *Ulici-Sarothamnion* Doing 1962 (art. 2b, 8); *Ulici-Sarothamnion* Doing (art. 8)].

Диагностические виды: *Sarothamnus scoparius* (L.) W.D.J. Koch, *Rubus plicatus* Weihe&Nees, *Pteridium aquilinum*(L.) Kuhn, *Rumex acetosella* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Hypnum cupressiforme*, *Pleurozium schreberi.*

Субатлантично-центральноевропейські сообщества, которые формируются как опушечные ценозы боров и суборей на глинисто-песчаних и супесчаных почвах. Распространены незначительными за площадью участками в западных и северных райнах Полесья.

***Calluno-Sarothamnetum* (Malcuit 1929) emend. Oberd. 1957**

[*Rubo plicati-Sarothamnetum* Weber 1987; *Genisto pilosae-Sarothamnetum* Lohmeyer 1986; incl. *Peucedano-Sarothamnetum* Passarge 1981].

Диагностические виды: диагностические виды союза.

Сообщества достаточно часто встречаются на Полесье, хотя и небольшими участками, на освещенных опушках ацидофильных суборей с глинисто-песчаными, кислыми и бедными на питательные вещества почвами. Ценозы формирует *Sarothamnus scoparius* (L.) W.D.J. Koch образовывая часто заросли иногда более чем полутораметровой высоты.

Таблица 1. Фитоценотическая характеристика кустарниковых сообществ

Количество описаний	14	11	16
Количество видов	16-22	9-15	12-16
Сомкнутость древесно-кустарникового яруса	0,7	0,8	0,6
Проективное покритие травостоя, %	20-30	15-25	20-35
Номер синтаксона	1	2	3
Populus tremula	IV		
Rubus hirtus	IV		
Quercus robur	III		
Rubus idaeus	III		
Holcus mollis	III		
Rubus nessensis	II	IV	
Festuca rubra		II	I
Sarothamnus scoparius			V
Rubus plicatus			IV
Calluna vulgaris			IV
Pleurozium schreberi			IV
Hypnum cupressiforme			III
Pteridium aquilinum			II
Agrostis capillaris	II	II	IV
Deschampsia flexuosa	I	IV	IV
Frangula alnus	V	V	I
Holcus lanatus	II	II	I
Betula pendula	III	II	I
Sorbus aucuparia	III	II	I
Rumex acetosella	I	III	III
Chamanerium angustifolia	I	I	
Deschampsia caespitosa	III		
Dryopteris carthusiana	II	I	
Galeopsis tetrachit	II	I	
Juncus effusus		II	I
Lysimachia vulgaris	I	I	
Molinia caerulea	II		
Potentilla erecta	II		I
Salix cinerea	I		
Urtica dioica	I	I	

Примечание: Номерами указаны сообщества: 1 – Frangulo-Rubetum plicati; 2 – Rubetum silvatici; 3 – Calluno-Sarothamnetum.

Обособленное положение сообществ класса Lonicero-Rubetea plicati обусловлено особенностями экологической амплитуды (бедные на питательные вещества песчаные кислые почвы с постоянно высоким уровнем грунтових вод), ценотическим и экотопическим положением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дідух Я.П., Якушенко Д.М.,Фіцайло Т.В.* Класифікація рослинності та біотопів української частини транскордонного біосферного резервату «Західне Полісся» // Створення транскордонного біосферного резервату та регіональної мережі в Поліссі. Збірник наук. статей. К., 2008. С. 41-56.

2. *Дідух Я.П., Якушенко Д.М., Фіцайло Т.В., Плотнікова Г.О.* Фітоіндикаційна оцінка рослинності української частини транскордонного біосферного резервату «Західне Полісся» // Створення транскордонного біосферного резервату та регіональної мережі в Поліссі. Збірник наук. статей. К., 2008. С. 56-66, 213-219.

3. *Фіцайло Т.В.* Чагарникові біотопи Шацького національного природного парку // Екологічний стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку: Мат. наукової конференції (Львівський національний університет імені Івана Франка та Шацький національний природний парк, 11-14 вересня 2008 р., смт. Шацьк). Львів, 2008. С. 119-122.

4. *Weber H.E.* Hecken und Gebusche in den Kulturlandschaften Europas //-Pflanzensoziologische Dokumentation als Basis fur Schutzmasznahmen. ber. d. Reinh.-Tuxen-Ges. 1997.Vol. 9. P.75-106.

THE SHRUB COMMUNITIES OF THE CLASS LONICERO-RUBETEA PLICATI HAVEMAN ET AL. IN STORTELDER ET AL. 1999 IN UKRAINE

© 2012 T.V. Fitsailo

N.G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Ukraine

В данной статье дана характеристика кустарниковых сообществ класса Lonicero-Rubetea plicati Haveman et al. in Stortelder et al. 1999 в Украине.

Key words: *shrub communities, classification, Lonicero-Rubetea plicati, Ukraine.*

Tetyana Fitsailo, Candidate of the biological sciences, senior scientific employee of geobotany and ecology department, E-mail: fitsailo@bigmir.net

УДК 581.524.32 (571.651.8)

РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА АРКТИЧЕСКИХ ТУНДР В МНОГОМЕРНОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

© 2012 С.С. Холод

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург

На основе факторного анализа (метод главных факторов) выявлено 16 факторов среды, определяющих варьирование растительности в северном варианте подзоны арктических тундр (остров Врангеля).

Ключевые слова: *арктические тундры, факторный анализ.*

Для выявления факторов среды, определяющих варьирование растительности в северном варианте подзоны арктических тундр на острове Врангеля, использован аппарат факторного анализа (метод главных факторов с последующим применением вариантов варимакс-вращения и косоугольного вращения [1]. По результатам факторного анализа получено более 63 собственных значений (факторов), которые ранжированы по убыванию. Применение критерия отсеивания (рис. 1) позволило сделать заключение, что, по меньшей мере, 16 факторов могут быть выделены и проинтерпретированы.

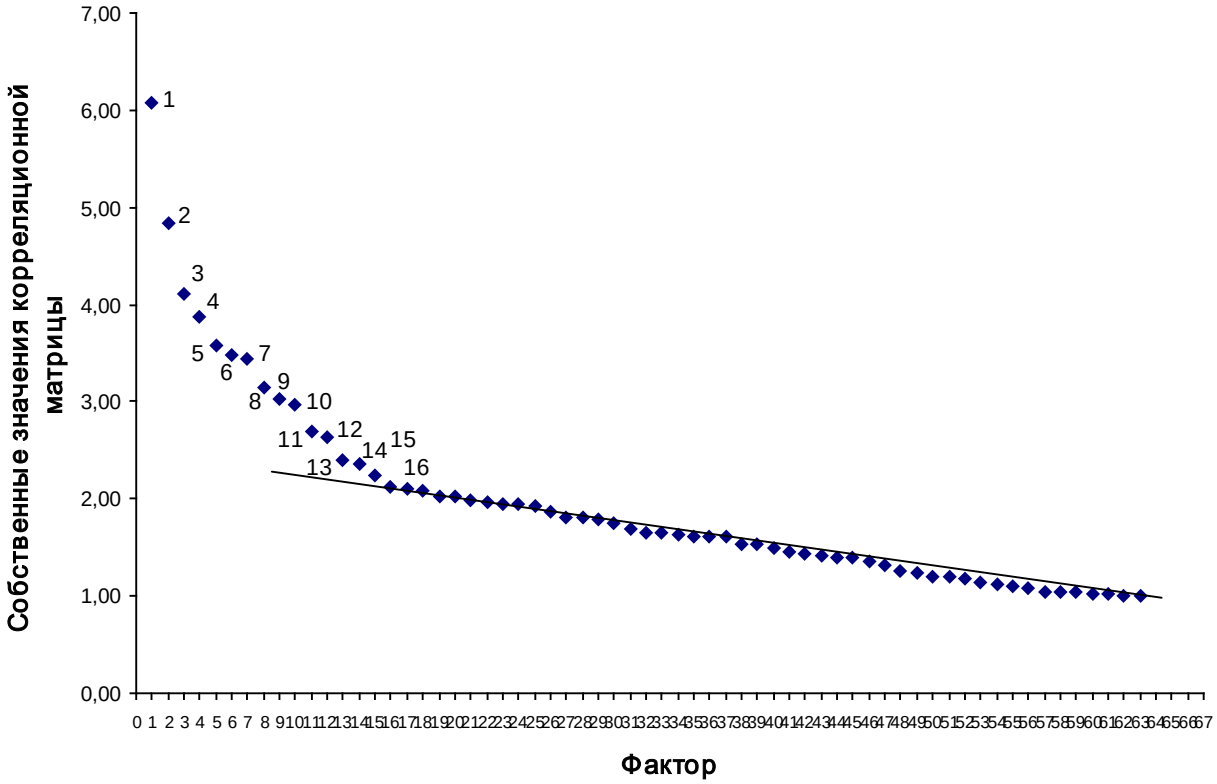


Рис. 1. Определение числа факторов, подлежащих содержательной интерпретации

Сумма дисперсий отмеченных 16 факторов по отношению к полной дисперсии составляет 42,90 %, вклад первых 3 факторов в суммарную общность – 28,35 %. Полученные значения суммарной общности 16 факторов указывают на своеобразную структуру экологического пространства северного варианта подзоны арктических тундр. Это своеобразие состоит в том, что роль каждого из экологических факторов, определяющих варьирование растительности, крайне невысока (включая, конечно, и первые факторы, определяющие максимальный вклад

Холод Сергей Серафимович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией географии и картографии растительности БИН РАН, E-mail: sergeikholod@yandex.ru

в дисперсию).

Результаты факторного анализа представлены в таб. 1, а оценки значений факторов для отдельных геоботанических описаний – в таб. 2. Совместный анализ этих таблиц позволяет дать содержательную интерпретацию отмеченных выше 16 факторов.

Таблица 1. (фрагмент) Дифференциация экологических факторов по значению факторных нагрузок

Фактор (номер по убыванию величины собственного значения)	**3**	**11**	**1**	**2**	**9**	**13**	**7**	**10**
Виды-индикаторы высокой степени обводненности местоположения								
Cinclidium arcticum	-0,80	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus pallasii	-0,80	.	.	.	.	.	.	.
Rhizomnium andrewsianum	-0,80	.	.	.	.	.	.	.
Sphagnum subsecundum	-0,80	.	.	.	.	.	.	.
Arctophila fulva	-0,42	-0,27	.	.	.	.	.	.
Calliergon giganteum	.	-0,79	.	.	.	.	.	.
Calliergon stramineum var. acutifolium		-0,79	.	.	.	.	.	.
Pseudobryum cinclidioides	.	-0,79	.	.	.	.	.	.
Виды-индикаторы высокой степени криотурбированности субстрата								
Ceratodon purpureus	.	.	-0,79	.	.	.	.	.
Oxytropis wrangelii	.	.	-0,76	-0,11	.	.	.	.
Bartramia ithyphylla	.	.	-0,67	-0,11	.	.	.	.
Comastoma tenellum	.	.	-0,66	.	.	.	.	.
Виды-индикаторы интенсивного прогрева (теплообеспеченности) грунтов								
Castilleja elegans	.	.	.	-0,78	.	.	.	.
Polemonium boreale	.	.	.	-0,77	.	.	.	.
Androsace chamaejasme subsp. *arctisibirica*			-0,12	-0,70	.	.	.	.
Виды-индикаторы относительно высокой заснеженности								
Cerastium regelii	.	.	.	.	-0,66	.	.	.
Cryptocolea imbricata	.	.	.	.	.	-0,72	.	.
Peltigera scabrosa	.	.	.	.	.	-0,72	.	.
Виды-индикаторы дресвяно-щебнистых грунтов								
Cladina stygia	.	.	.	.	.	.	-0,76	.
Alectoria nigricans	.	.	.	.	.	.	-0,68	.
Cladina arbuscula	.	.	.	.	.	.	-0,60	-0,12
Androsace ochotensis	.	.	.	.	.	.	.	-0,72
Saussurea tilesii	.	.	.	.	.	.	-0,13	-0,65
Bryocaulon divergens	.	.	.	.	.	.	-0,14	-0,62
Saxifraga firma	.	.	.	.	.	.	-0,25	-0,45

На основе таб. 1 можно отметить виды, имеющие наиболее высокие значения факторных нагрузок. При этом факторы сгруппированы по признаку уменьшения (слева направо) суммарной доли дисперсии. Факторы 3 и 11 (суммарная доля составляет 26,86 %) характеризуют водный режим местоположений, которым присуща крайне высокая степень обводнения (окраины термокарстовых котловин). Об этом свидетельствуют такие виды, как *Cinclidium arcticum* (-0,80), *Calliergon giganteum* (-0,79), *Ranunculus pallasii* (-0,80) и др. Высокую степень криотурбированности (нарушенности в результате процессов криогенного массообмена) характеризуют *Ceratodon purpureus* (-0,79), *Bartramia ithyphyllum* (-0,67) (фактор 1). Ряд видов индицируют высокий уровень теплообеспеченности (*Castilleja elegans* – -0,78, *Polemonium boreale* – -0,77), заснеженности (*Cerastium regelii* – -0,66, *Cryptocolea imbricata* – -0,72) и щебнистости (*Cladina stygia* – -0,76, *Androsace ochotensis* – -0,72).

Таблица 2. (фрагмент) Оценка значений факторов для геоботанических описаний

Фактор		1	2	9	13	15	7	10
Синтаксон	Табличный номер описания							
асс. ***Artemisio tilesii—Deschampsietum borealis*** субасс. ***salicetosum reptantis*** вар. ***inops***	21	-0,28	.	0,36	0,46	.	0,23	.
	22	.	0,34	0,24	-7,68	.	.	0,22
	23	.	.	-0,36	0,22	-1,20	.	.
	24	.	.	.	.	0,35	.	0,41
	25	-14,18	-1,26	.	.	.	.	.
	26	0,29	.	.	0,31	-0,29	.	0,27
	27	.	.	.	0,25	.	0,20	0,31
	28	-0,35	0,21	-0,24	.	0,22	.	.
	29	-1,32	.	-0,75	.	0,35	.	.
	30	0,28	.	.	0,31	0,27	.	.
асс. ***Artemisio tilesii—Deschampsietum borealis*** субасс. ***typicum***	1	0,42	-0,92	.	0,34	0,27	.	0,22
	2	0,24	.	0,32	-0,68	-0,74	0,29	0,28
	3	.	.	0,56	-0,54	-1,14	.	.
	4	.	.	-1,25	.	-1,17	.	.
	5	.	-0,43	0,33	0,53	-1,83	0,20	0,21
	6	0,41	-1,53	.	0,21	0,39	0,23	0,33
	7	0,92	-13,72	.	.	0,22	.	.
	9	.	0,29	.	0,57	0,29	.	.
	10	.	.	.	.	.	0,25	.
	15	-0,57	-0,80	.	.	0,39	.	0,30
	17	-0,50	0,28	.	.	.	.	-0,60
	18	.	-0,29	-1,05	.	0,29	.	.

Анализ таб. 2 показывает, что наибольшие величины оценки значений факторов для асс. ***Artemisio tilesii—Deschampsietum borealis*** субасс. ***salicetosum reptantis*** вар. ***inops*** отмечены для фактора 1 (-14,18: оп. 25), а для асс. ***Artemisio tilesii—Deschampsietum borealis*** субасс. ***typicum*** – для фактора 2 (-13,72: оп. 7). Максимальные значения других факторов связаны с синтаксонами, не представленными в таблице. Фактор 1 определяется высокой степенью криотурбированности грунтов (средние суглинки, подверженные процессам морозного пучения, бокового давления и др.). Фактор 2 характеризует интенсивный прогрев суглинистых грунтов: здесь зафиксировано наибольшее (по сравнению с другими синтаксонами северного варианта арктических тундр на острове Врангеля) число сосудистых растений – 59 [2].

Таблица коэффициентов корреляции между факторами (таб. 3) позволяет выделить 8 пар факторов, коррелированных между собой (при пороговом уровне коэффициента *r*, равного 0,1000). Это следующие пары: 1–2, 4–5, 7–10, 7–14, 9–15, 10–14, 13–15, 15–16. Просмотр этих парных комбинаций факторов позволяет сделать заключение, что каждая из них выявляется внутри одной какой-либо из экологических групп, отмеченных выше. Так, парная комбинация 1–2 принадлежит группе факторов, выделяемых по признаку разрыхленности субстрата, комбинация 4–5 – группе факторов по их отношению к водному режиму, 7–10, 7–14, 10–14 – по гранулометрическому составу, 9–15, 13–15, 15–16 – по отношению к характеру снегонакопления. Таким образом, процедура косоугольного вращения позволила подтвердить близость между собой факторов, сведенных в группы на основе анализа коэффициентов факторных нагрузок (таб. 1). Отмеченные парные комбинации накладывают запрет на рассмотрение соответствующих факторов в ортогональных (т. е. взаимно перпендикулярных) осях. Исходя из таких ограничений, в таких осях можно рассматривать все остальные парные комбинации (которым будут соответствовать некоррелированные факторы).

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между факторами (косоугольное вращение)

Фактор	1	4	7	9	10	13	15
1	1,0000	.	.	.	.	.	.
2	**0,2196**	.	.	.	.	.	.
3	-0,0338	.	.	.	.	.	.
4	-0,0341	1,0000	.	.	.	.	.
5	-0,0360	**0,1551**	.	.	.	.	.
6	0,0845	-0,0285	.	.	.	.	.
7	-0,0785	-0,0387	1,0000	.	.	.	.
8	0,0858	-0,0394	-0,0569	.	.	.	.
9	0,0648	-0,0107	-0,0643	1,0000	.	.	.
10	-0,081	-0,0453	**0,3964**	-0,0694	1,0000	.	.
11	-0,0246	0,0116	-0,0278	-0,0075	-0,0377	.	.
12	0,0097	-0,001	-0,0406	-0,0061	-0,0074	.	.
13	0,0046	-0,0151	-0,0569	-0,0113	-0,0735	1,0000	.
14	-0,0588	-0,0277	**0,1049**	-0,0518	**0,1415**	0,0156	.
15	0,0318	-0,0242	-0,0277	**0,1886**	-0,0718	**0,1710**	1,0000
16	-0,087	-0,0222	0,0673	-0,0705	0,0064	-0,0950	**-0,1219**

На рис. 2 отражено положение сообществ в осях факторов разрыхленности субстрата и гранулометрического состава. Эти факторы (1 – 10, 1 – 14), как это видно из таб. 3, не коррелированы между собой. Анализ приведенной ординационной схемы позволяет выявить исключительно широкий диапазон экологических условий для сообществ некоторых синтаксонов. Это – асс. ***Artemisio tilesii—Deschampsietum borealis*** субасс. ***typicum*** и субасс. ***salicetosum reptantis*** вар. ***inops***, сообщества которых представлены в широком диапазоне степени разрыхления грунтов, осваивая как участки с сильно пористыми, так и с плотными грунтами. Помимо отмеченного выше режима интенсивного криогенного массообмена, существенные различия в грунтах на рядом расположенных участках определяются поселением леммингов, фиксируемых по массовым почвенным выгребам. Как следствие, на соседних участках возникают и контрастные условия теплового и водного режима. В целом это способствует поселению здесь ряда сосудистых растений, различающихся по требованиям к водно-физическим условиям почв. По показателям гранулометрического состава наибольшую вариабельность проявляют сообщества, отнесенные нами к асс. ***Cladino arbusculae—Luzuletum nivalis***, ***Arctophiletum fulvae*** вик. ***Warnstorfia fluitans***, в меньшей степени – асс. ***Oncophoro wahlenbergii—Deschampsietum borealis*** субасс. ***racomitrietosum lanuginosi***. Сообщества первого из этих синтаксонов формируются в большом диапазоне такого состава: от крупных песков до щебня и гальки (нижняя часть диаграммы, соответствующая отрицательным значениям оценки факторов). Сообщества второго из этих синтаксонов осваивают все разности суглинистых грунтов, а также глины (верхняя часть диаграммы). Крайне небольшой диапазон по фактору разрыхленности субстрата характерен для сообществ асс. ***Salici polaris—Sanionietum uncinatae***, занимающих зональные позиции на водоразделах, сложенных плотными суглинками, а по двум факторам – для сообществ асс. ***Arctophiletum fulvae*** вик. ***Warnstorfia fluitans***, существующих в довольно узком диапазоне гигроморфных условий.

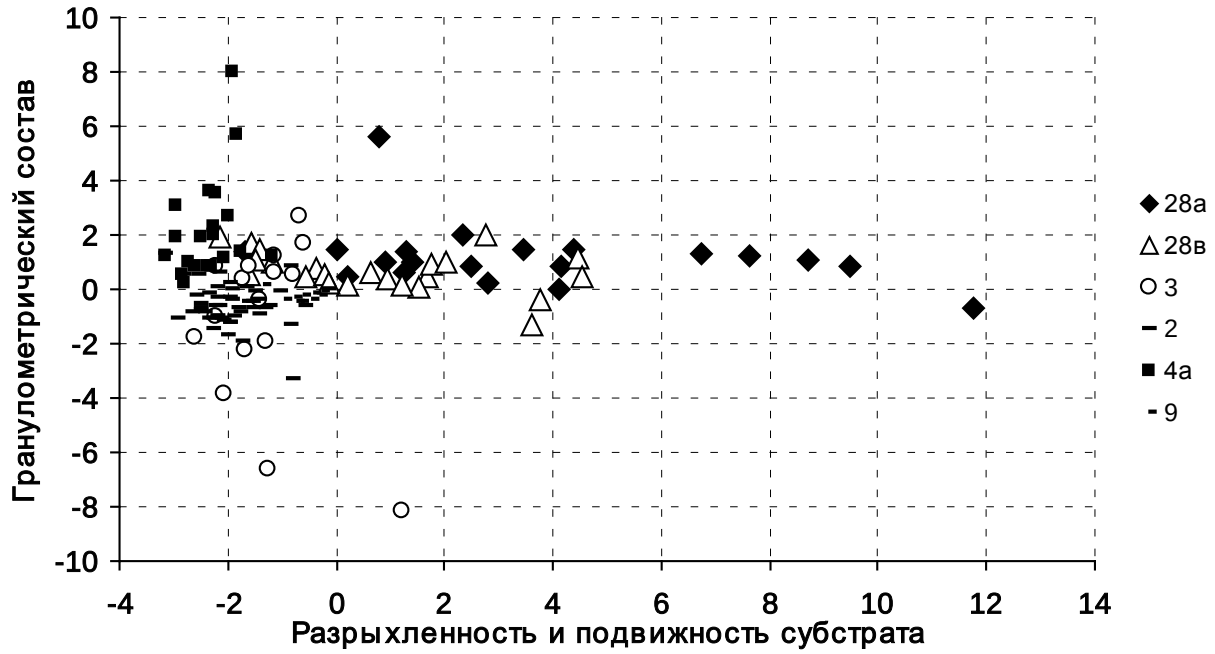


Рис. 2. Положение геоботанических описаний в осях факторов разрыхленности субстрата и гранулометрического состава.

Синтаксоны: 2 – асс. ***Salici polaris—Sanionietum uncinatae***, 3 – асс. ***Cladino arbusculae—Luzuletum nivalis***, 4а – асс. ***Oncophoro wahlenbergii—Deschampsietum borealis*** субасс. ***racomitrietosum lanuginosi***, 9 – асс. ***Arctophiletum fulvae*** вик. ***Warnstorfia fluitans***, 28а – асс. ***Artemisio tilesii—Deschampsietum borealis*** субасс. ***typicum***, 28в – асс. ***Artemisio tilesii—Deschampsietum borealis*** субасс. ***salicetosum reptantis*** вар. ***Tomentypnum nitens***.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иберла К.* Факторный анализ. М., 1980. 398 с.

2. *Холод С.С.* Классификация растительности острова Врангеля // Растительность России. № 11. 2007. С. 3–135.

ARCTIC TUNDRA COMMUNITIES AT THE MULTIDIMENSIONAL ECOLOGICAL SPACE

© 2012 S.S. Kholod

Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences

The factor analysis (method of principal factors) was used to investigate multidimensional ecological space. 16 factors at all was discovered to describe observed variation of vegetation at northern variant of arctic tundras.

Key words: *arctic tundras, factor analysis.*

Kholod Sergei Serafimovich, Head of the Laboratory of geography and cartography of vegetation, E-mail: sergeikholod@yandex.ru

УДК 581.5

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КОРРЕКЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ШКАЛ В СИСТЕМЕ Д.Н. ЦЫГАНОВА ДЛЯ ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

© 2012 П.С. Широких, А.А. Зверев

Институт биологии Уфимского научного центра РАН, г.Уфа
Томский государственный университет, г. Томск

Представлены предварительные результаты коррекции экологических шкал Д.Н. Цыганова [6]. Рассчитаны новые фитоиндикационные статусы для 2079 таксонов по 10 экологическим факторам для Южно- Уральского региона. В список индикаторов включено 800 новых таксонов.

Ключевые слова: *экологические шкалы Д.Н. Цыганова, система IBIS, коррекция, Южно-Уральский регион*.

Одна из сложных проблем современной экологии и науки о растительности при изучении растительного покрова – учет и оценка роли важнейших факторов среды. Эти факторы влияют на географическое распределение растительности и формирование сообществ определенного облика и флористического состава, как результат совмещения их экологических ниш. Определение точных амплитуд и оптимумов каждого вида по большинству факторов (общее богатство и влажность почвы, кислотность, засоленность, теплообеспеченность и освещенность растительных сообществ и др.) требует трудоемких аутэкологических исследований.

В регионах, отличных от тех, для которых разрабатывались те или иные шкалы, их использование не всегда адекватно из-за смещений экологических предпочтений растений. Как показывает практика в Южно-Уральском регионе (ЮУР) для оценки экологического статуса степных и луговых сообществ чаще используются стандартные экологические шкалы Л.Г. Раменского и И.А. Цаценкина, для лесной растительности равнинной и предгорной части – шкалы Д.Н. Цыганова, а для центрально-возвышенной части Южного Урала – Э. Ландольта. Это объясняется тем, что, в данных шкалах (созданных для других регионов) отсутствует информация об экологических характеристиках для тех или иных видов растений, входящих в состав растительных сообществ. Например, для ценофлоры лесов региона в шкалах имеется информация для следующего количества таксонов: Э. Ландольта – 56,5 %, Х. Элленберга – 54,3 % и Д.Н. Цыганова – 74,1 % [8]. Очевидно, что нельзя говорить о реперезентативности результатов, полученных при использовании таких шкал. Кроме того, амплитудные и оптимумные значения используемых видов по перечисленным шкалам могут быть значительно смещены, что приводит к ошибкам как в определении положения конкретных видов растений на осях экологических факторов, так и при оценке экологии сообществ [7, 8]. Дополнительные трудности создает и то, что в шкалах разных авторов один диапазон изменений градиента фактора отражается разным числом градаций, что не дает возможности точно определить эколого-ценотических ареал конкретных видов в целом. Поэтому в настоящее время создание региональных экологических шкал особенно актуально для Южно-Уральского региона.

Для корректировки существующих экологических шкал является интегрированная ботаническая информационная система IBIS [1]. В разработанную А.А. Зверевым программу IBIS включен универсальный модуль градиентного анализа, позволяющий работать со всеми типами градиентных шкал (оптимумными, амплитудными и амплитудно-оптимумными), частным случаем которых и являются фитоиндикационные шкалы. Эта система позволяет производить расчет синэкологических статусов по описаниям растительности 8 методами с записью фитоиндикационных значений в цифровых полях для дальнейшего использования

Широких Павел Сергеевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории геоботаники и охраны растительности. E-mail: shirpa@mail.ru; *Зверев Андрей Анатольевич*, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники. E-mail: ibiss@rambler.ru

при gоиске, сортировке, экспорте, ординации описаний в таблицах, статистических расчетах и т.д., [2].

Для расчета новых статусов экологических шкал Д.Н. Цыганова использовалась база, включающая 12496 геоботанических описаний различных типов растительных сообществ Южно-Уральского региона, выполненных по общепринятой методике Браун-Бланке [5, 9.

После проверки на маловидовые описания оказалось, что 1 таксон содержат – 50 описаний; 2 – 84; 3 – 137; 4 – 157; 5 – 198; 50..100 – 2800; >=100 – 56 (из них 53 лесных описания с площадью 300–1000 м^2 (рис. 1). После превентивного исключения одно- и двувидовых описаний в модельной выборке осталось 12362 описания, таксономический спектр которых представлен в таблице 1.

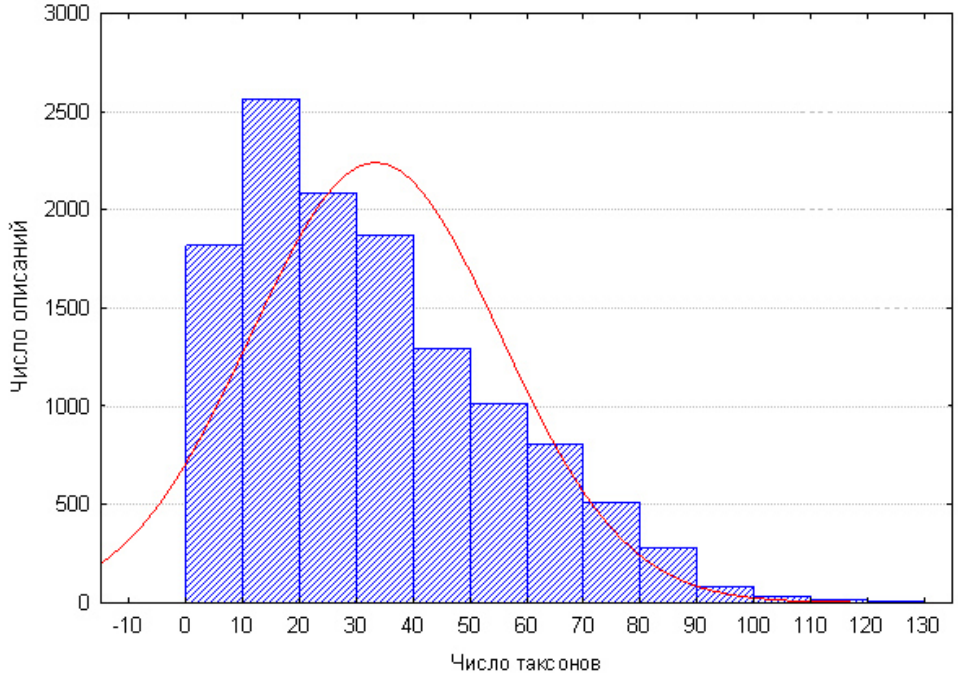


Рис. 1 Гистограмма распределения описаний по числу таксонов

Таблица 1. Таксономический параметры выборки

Общее число видов	2079
Общее число родов	789
Общее число семейств	225
Среднее число видов в роде	2,635
Среднее число видов в семействе	9,24
Среднее число родов в семействе	3,507
Макс. число видов в одном роде	66
Макс. число видов в одном семействе	212
Макс. число родов в одном семействе	67
Доля лишайников, %	12,55
Доля мхов, %	13,8
Доля сосудистых споровых, %	1,92
Доля голосеменных, %	0,53
Доля цветковых, %	71,19
Доля однодольных среди цветковых, %	23,85
Доля двудольных среди цветковых, %	76,15

Всего в обработке использовалось таксонов: лишайников – 261, печеночников – 46, листостебельных мхов – 241, высших сосудистых – 1531. Таксонов с выборкой >2000 описаний – 15; 1000–2000 – 96; 300–999 – 276; 100–299 – 273; 50–99 – 245; 20–49 – 273; 10–19 – 222; 5–9 – 213.

При расчете среднего статуса каждого донорского описания взвешивание оптимумов таксонов производилось проективным покрытием в геометрической 9-ти балльной шкале ("+" в процентах ПП заменялся на 0,25 %, т.е. попадал в первый балл), а также учитывалась ширина амплитуды толерантности. Далее проводился расчет показателя экологического консенсуса [3] и представленности таксонов-индикаторов для каждого описания.

После этого проводилась собственно коррекция экологических шкал [4]– расчет новых статусов и статистических параметров для всех таксонов из целевого списка по индивидуальной выборке описаний для каждого таксона. Количество интервалов для каждой шкалы устанавливалось равным удвоенному числу оригинальных авторских градаций. Разница в количестве описаний, использованных для разных факторов, объясняется тем, что выборка модельных описаний проходит фильтрацию: выбраковываются описания с числом таксонов-индикаторов менее трех и с индексом экологического консенсуса менее 0,4 по каждому фактору в отдельности.

Таблица 2. Распределение описаний ЮУР по градиентам шкалы Д.Н. Цыганова

Факторы	Число интервалов	Покрытие потенциального градиента описаниями ЮУР, %	Кол-во описаний
(Tm) термоклиматическая шкала	34	38,24	12020
(Kn) континентальность климата	30	30,00	12202
(Om) аридность-гумидность	30	30,00	12054
(Cr) суровость зимнего периода	30	36.67	12060
(Hd) увлажнение почв	46	69.57	12200
(Tr) солевой режим почв	38	55,26	12197
(Rc) кислотность почв	26	57,69	11671
(Nt) богатство почв азотом	22	59,09	11457
(fH) переменность увлажнения	22	58,18	11138
(Lc) освещенность-затенение	18	50,00	12202

Примечание: Число интервалов равно удвоенному числу градаций фактора

В результате были рассчитаны новые статусы по всем 10 факторам шкалы Д.Н. Цыганова. Показательной является разница малой занятости макрофакторов" (климатических) - Tm (термоклиматический фактор), Kn (континентальность), Om (аридность-гумидность), Cr (суровость зим) и относительно большой у "микрофакторов" (эдафических) - Hd (увлажнение), Tr (солевой режим), Rc (кислотность), Nt (азот), fH (переменность увлажнения) и Lc (свет) (табл. 2). Однако при этом, стоит учесть, что по трофности половина шкалы – это засоленные местообитания, а по термоклиматическому фактору шкала идет от полярных пустынь до экваториальных лесов и т.д. Соответственно и региональные экоареалы у таксонов получились заужены пропорционально. Графически реализованный пул 12362 геоботанических описаний представлен на рисунке 2.

Следует отметить, что в шкалах Д.Н. Цыганова есть только границы шкал и медиана между ними. Поэтому самым важным результатом проделанной работы является вычисление по всем факторам положения оптимумов таксонов (табл. 3) и пополнение списка индикаторов новыми субъектами (800 видов), что позволит репрезентативно определять положения конкретных видов растений на осях экологических факторов и проводить оценку экологии растительных сообществ в целом.

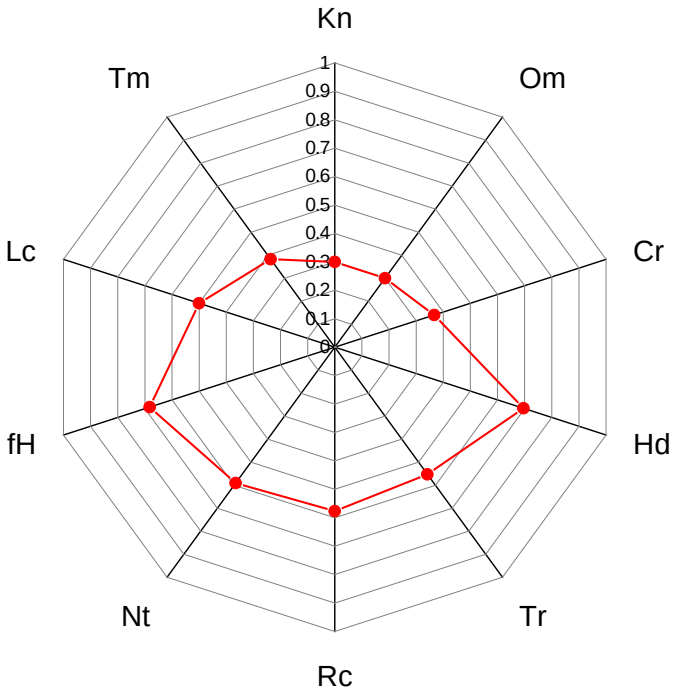


Рис 2. Реализованный экоареал пула модельных геоботанических описаний (n=12362) по 10 экологическим факторам в системе фитоиндикационных шкал Д.Н. Цыганова для ЮУР (обозначения факторов в табл. 2).

Таблица 3. Фрагмент сравнительной таблицы с исходными и откорректированными статусами по термоклиматическому фактору (Tm) шкалы Д.Н. Цыганова для Южно-Уральского региона

Таксон	Объем выборки для каждого таксона	Исходные значения по фактору Tm			Откорректированные значения по фактору Tm		
		Минимум	**Среднее значение (медиана)**	Максимум	Минимум	**Оптимум**	Максимум
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Elytrigia repens	3984	2	**8,0**	14	7,05	**8,43**	9,79
Achillea millefolium	3829	2	**7,5**	13	5,63	**8,04**	9,52
Taraxacum officinale	3051	4	**9,5**	15	6,06	**8,59**	9,90
Filipendula vulgaris	2723	6	**9,0**	12	7,23	**8,12**	9,02
Fragaria viridis	2581	5	**8,0**	11	6,62	**8,20**	9,18
Galium boreale	2567	2	**7,0**	12	6,07	**7,61**	8,93
Galium verum	2541	3	**8,0**	13	6,62	**8,24**	9,17
Veronica spicata	2474	4	**8,0**	12	6,40	**8,03**	9,09
Festuca pseudovina	2430	7	**9,0**	11	6,81	**8,48**	9,35
Caragana frutex	2389	7	**9,0**	11	5,85	**8,24**	9,31
Potentilla humifusa	2252	5	**8,0**	11	7,14	**8,14**	9,13
Seseli libanotis	2180	5	**8,0**	11	6,62	**8,03**	9,01
Sanguisorba officinalis	2067	3	**7,5**	12	5,29	**7,17**	8,92
Chamaecytisus ruthenicus	2065	6	**8,5**	11	6,00	**7,76**	8,95
Chenopodium album	1994	4	**9,0**	14	7,44	**10,15**	10,53
Convolvulus arvensis	1984	6	**10,5**	15	7,61	**10,14**	10,53
Calamagrostis arundinacea	1973	5	**8,5**	12	5,57	**7,30**	8,85
Phlomoides tuberosa	1957	6	**9,5**	13	7,39	**8,31**	9,31
Vicia cracca	1934	3	**8,0**	13	6,10	**7,95**	9,62
Dactylis glomerata	1834	4	**8,5**	13	6,74	**7,87**	9,73

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8
Phleum phleoides	1820	7	**10,0**	13	7,00	**8,12**	9,09
Poa pratensis	1805	2	**7,0**	12	4,99	**7,26**	9,48
Artemisia absinthium	1786	4	**9,0**	14	7,38	**8,78**	9,69
Carex supina	1781	3	**5,0**	7	6,40	**8,09**	8,99
Rubus saxatilis	1733	3	**7,0**	11	5,12	**7,30**	8,82
Helictotrichon desertorum	1719	7	**9,0**	11	6,40	**8,26**	9,22
Thalictrum minus	1713	4	**8,5**	13	6,98	**8,09**	9,02
Aconogonon alpinum	1697	2	**5,0**	8	4,92	**6,70**	8,77
Stipa pennata	1680	7	**9,5**	12	7,34	**8,26**	9,15
Solidago virgaurea	1677	4	**8,5**	13	4,81	**6,84**	8,74
Aegopodium podagraria	1676	5	**8,5**	12	6,75	**7,55**	9,01
Bromopsis inermis	1649	3	**7,5**	12	7,15	**8,30**	9,38
Stipa capillata	1649	7	**10,0**	13	7,36	**8,58**	9,31
Festuca pratensis	1633	4	**8,0**	12	7,11	**8,08**	9,34
Stellaria holostea	1599	4	**8,0**	12	6,64	**7,46**	8,89
Polygonum aviculare	1565	4	**9,0**	14	7,63	**9,02**	9,72
Artemisia sericea	1548	7	**8,5**	10	6,77	**8,15**	9,15
Lathyrus vernus	1604	4	**8,5**	13	6,79	**7,49**	8,89
Poa angustifolia	1517	4	**8,5**	13	6,84	**8,35**	9,42
Trifolium pratense	1514	3	**9,0**	15	7,05	**8,25**	9,49
Dianthus versicolor	1471	7	**8,0**	9	6,62	**7,99**	8,94
Amoria montana	1439	6	**9,0**	12	7,32	**8,26**	9,10
Veronica chamaedrys	1508	4	**8,0**	12	6,81	**7,76**	8,85
Brachypodium pinnatum	1434	5	**9,0**	13	6,20	**7,63**	8,82
Linaria vulgaris	1434	3	**7,0**	11	7,13	**8,14**	9,40
Salvia stepposa	1427	6	**8,5**	11	7,68	**8,51**	9,24
Origanum vulgare	1426	4	**8,5**	13	7,13	**8,04**	8,88
Melica nutans	1423	3	**7,5**	12	6,45	**7,39**	8,78

Примечание: минимальные и максимальные значения откорректированных шкал – это средний статус минимального и максимального из описаний, в которых встречен данный таксон в ЮУР.

Работа выполнена при поддержке федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы (мероприятие 1.4), шифр: 2012-1.4-12-000-1001, «Поддержка развития внутрироссийской мобильности научных и научно-педагогических кадров путем выполнения научных исследований молодыми учеными и преподавателями в научно-образовательных центрах по научному направлению «Биология, медицина» по обобщенной теме научно-исследовательской работы (проекта): «Растительный покров Сибири: состав, структура, генезис и эволюция».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зверев А.А.* Информационные технологии в исследованиях растительного покрова: Учебное пособие. Томск: Изд-во "ТМЛ-Пресс", 2007. 304 с.

2. *Зверев А.А.* Фитоиндикационный анализ: компьютерный подход // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Барнаул: РПИК "АRTИКА", 2009. С. 344–347.

3. *Зверев А.А.* Использование индексов согласия при экологическом анализе растительности // Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока: материалы V Всероссийской конференции. Т. 2. Красноярск, 2011. С. 311–318.

4. *Зверев А.А., Королюк А.Ю.* Экологические шкалы растений Сибири: методика коррекции с использованием системы IBIS // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы: Материалы Всероссийской научной конференции СПб, 2011. Т. 2. С. 357–359.]

5. *Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И.* 2000. Современная наука о растительности. М. 264 с.

6. *Цыганов Д.Н.* Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 200 с.

7. *Широких П.С., Мартыненко В.Б.* Использование экологических шкал для оценки условий местообитаний лесных сообществ Южно-Уральского региона // Фундаментальные и прикладные проблемы геоботаники в начале XXI века / Материалы всероссийской конференции. Геоботаника. Часть 5. Петрозаводск, 2008. С. 346-349.

8. *Shirokikh P.S., Martynenko V.B.* Comparison of Different Ecological Scales with Respect to Efficiency in Assessing Ecological Conditions in Forests of the Southern Ural Region // Russian Journal of Ecology, 2009, Vol. 40, No. 7, pp. 457–465.

9. *Westhoff V., Maarel E. van der.* 1978. The Braun-Blanquet approach // Classification of plant communities / Ed. R. H. Whittaker.The Hague. P. 287–399.

SOME RESULTS OF CORRECTION OF D.N. TSYGANOV ECOLOGICAL SCALES FOR THE SOUTH URAL REGION

© 2012 P.S. Shirokikh, A.A. Zverev

Institute of Biology, Ufa Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Ufa
Tomsk State University, Tomsk

Preliminary results of the correction of D.N. Tsyganov ecological scales [6] are presented. New phytoindication status for the 2079 of taxa in 10 ecological factors for the South Urals have been calculated. 800 new taxa indicators in the ecological scales list are included.

Keywords: *environmental scale of D.N. Tsyganov, system IBIS, correction, South Urals region.*

Shirokikh Pavel Sergeevich, Candidate of Biology, senior staff scientist of laboratory of geobotany and vegetation protection, e-mail shirpa@mail.ru; *Zverev Andrei Anatolievich*, Candidate of Biology, Associate Professor of chair of Botany. E-mail: ibiss@rambler.ru

УДК 631.452:581.55

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО СПОСОБА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРОФНОСТИ ПОЧВ В БОТАНИЧЕСКИХ, ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИРОДНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ БЕЛАРУСИ

© 2012 Б.И. Якушев, Ж.М. Анисова, М.М. Сак, Р.М. Голушко

Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, г. Минск

В данной статье приводятся значения уровней трофности генетических горизонтов основных типов почв природно-растительных комплексов Беларуси.

Ключевые слова: *гальваническая активность почв, трофность почвы, природно-растительные комплексы.*

Исследование растительных сообществ – основная задача ботаников, геоботаников и экологов. Оно направлено на сохранение растительного покрова нашей планеты, его приумножение, как основы, первичного звена биосферы Земли [1]. При любых исследованиях природно-растительных комплексов первоначальное внимание обращается на почву как важный экологический фактор среды.

В практике земледелия, агрохимии, почвоведения имеется целый арсенал различных методов, характеризующих качества почвы, – pH среды, гидролитическую кислотность, содержание гумуса, сумму поглощенных оснований, степень насыщенности почв основаниями, содержание подвижных и валовых форм N, P, K, Ca, Mg, гранулометрический состав почв и др. [2]. Использование всех этих показателей для ботаников, геоботаников и экологов – трудоемкое и длительное мероприятие, поэтому они зачастую их опускают и ограничиваются только описанием почв без детализации их физико-химических свойств. В результате многолетней практики проведения экологических исследований [3-7] был разработан электрохимический способ определения уровня трофности почвы, который дает возможность охарактеризовать содержание подвижных элементов питания в почвах.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования выступали наиболее типичные для условий Беларуси природно-растительные комплексы. В лесных, лугово-болотных биогеоценозах были заложены пробные площади (ПП). Закладка и описание пробных площадей проводились по общепринятым в геоботанических исследованиях методикам. Почвенно-грунтовые условия изучали на основе почвенного разреза, из которого отбирались образцы сначала из подстилки, а затем послойно до подстилающей породы с учетом мощности генетических горизонтов. Тип почвы и почвенная разность устанавливались по степени развития подзолообразовательного и иллювиального процессов, содержанию физической глины в верхнем и нижних горизонтах, характеру подстилающих пород.

Для экспресс-индикации трофности почвы в почвенных образцах использовали прибор и метод, разработанные в лаборатории экологии растений ИЭБ НАН Беларуси. Прибор и метод защищены авторским свидетельством и удостоены серебряной медали ВДНХ СССР [6]. Основу прибора составляет датчик, представляющий собой гальваническую пару элементов – Zn и Cu. Если эту пару элементов опустить в почвенную суспензию (дистиллированную воду добавляют

Якушев Борис Иванович, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией экологии растений , E-mail: recology@biobel.bas-net.by; *Анисова Жанна Михайловна*, кандидат биологических наук, научный сотрудник , E-mail: anisova_z@mail.ru; *Сак Михаил Михайлович*, научный сотрудник , E-mail: recology@biobel.bas-net.by; *Голушко Роман Михайлович*, научный сотрудник , E-mail: recology@biobel.bas-net.by

порциями к навеске почвы, перемешивая до полной водовместимости почвенного образца) и замкнуть цепь, то вырабатывается электрический ток, величина которого фиксируется микроамперметром. Установлено, что сила тока в мкА пропорциональна уровню трофности почвы. Эту величину мы назвали гальванической активностью почвы (ГАП). Схема прибора для определения величины ГАП и универсальная шкала уровней трофности почвы приведены в [7]. Прибор портативен, не требует питания. Гальваническая пара функционирует в почвенной суспензии как физиологически активные корни растений, участвует во взаимодействии с почвенным поглощающим комплексом: Zn – заряжается отрицательно, а Cu – положительно. Прибор обладает высокой чувствительностью, им можно контролировать качество дистиллированной воды, проводить исследования минерализации грунтовых и наземных вод. Чувствительность прибора проявляется при концентрации ионов в растворе от 10^{-3} мг-экв/л и выше.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлены диапазоны варьирования уровней трофности различных генетических горизонтов основных типов почв Беларуси. В таблице приведена сравнительная характеристика индексов трофности почв наиболее распространенных и репрезентативных для условий республики природно-растительных комплексов. Район исследования охватывает всю территорию Республики Беларусь.

Таблица. Показатели трофности генетических горизонтов различных типов почв природно-растительных комплексов Беларуси

№ ПП	Район исследования Растительные сообщества	Тип почвы	Генетические горизонты, глубина взятия образца, см	Показатели трофности почвы в единицах ГАП, мкА
Брестская область				
1	Столинский район, д.Белоуша. Разнотравно-злаковый луг в пойме р. Горыни.	Дерново-глееватая почва, развивающаяся на супеси, рыхлых песках и суглинке.	A_1 (0-25) A_2 (25-35) A_1^{II} (60-65) Ag (90-95) Cg (120-125)	55,1±2,7 48,2±2,5 51,3±3,0 45,1±2,1 48,4±2,4
2	Столинский район, Столинское лесничество, кв. 83. Березняк черничный.	Дерново-подзолисто-глееватая почва, развивающаяся на супеси и рыхлом песке.	A_1 (0-15) A_2 (15-25) B_1A_2(25-30) B_2 (60-95) Cg (120-125)	15,6±0,7 10,5±0,4 6,5±0,1 7,8±0,3 17,5±0,8
Гомельская область				
3	Наровлянский район, Кировское лесничество, кв. 27. Сосняк черничный.	Дерново-подзолистая, глубокооподзоленная, глееватая почва, развивающаяся на флювиогляциальных песках, подстилаемых моренным суглинком.	A_1 (0-20) B_1 (20-25) A_2 (25-65) B_2g (90-95) Cg (120-125)	22,7±1,2 18,7±0,9 8,1±0,5 22,1±1,1 33,1±1,4
4	Наровлянский район, Кировское лесничество, кв. 27. Березняк черничный.	Дерново-подзолисто-глеевая почва, развивающаяся на рыхлом флювиогляциальном песке и лессовидном суглинке.	A_1 (0-10) A_2 (10-15) B_1 (15-30) A_2 (60-65) B_2g (90-95) Cg (120-125)	37,6±2,0 11,3±0,6 15,3±0,4 6,9±0,3 17,5±0,7 28,1±2,0
5	Наровлянский район, окрестности д. Вепри.	Дерново-глееватая почва, развивающаяся на супеси и	A_1 (0-10) A_1^1 (10-15)	51,7±1,9 45,4±1,3

	Злаково-разнотравный луг в пойме р. Припяти.	флювиогляциальных песках.	A_2^{II} (15-20) A_1^{III} (20-25) A_1^{IV} (25-30) A(пог) (60-65) A^{I}(пог)(90-95) C (120-125)	29,9±1,0 22,1±0,9 21,2±0,8 31,1±1,2 26,2±0,9 15,3±0,7
6	Наровлянский район, Дерновичское лесничество, кв. 27. Березняк черничный.	Перегнойно-подзолисто-глеевая, супесчаная почва, подстилаемая рыхлым песком.	A_1 (0-10) A_1 (10-15) A_2 (15-20) B_1g (20-25) B_2g (25-30) B_2g (30-35) Cg (60-65) Cg (120-125)	49,7±2,1 40,5±1,5 24,4±1,1 78,5±3,3 15,6±0,6 13,4±0,5 22,6±0,7 27,5±0,9
41	Наровлянский район, Кировское лесничество, кв. 27. Сосняк лишайниковый.	Дерново-подзолистая почва, развивающаяся на рыхлом песке.	A_1 (0-10) A_1 (10-15) A_2 (15-20) B_1 (20-25) B_2 (25-30) B_3 (60-65) CB_4(90-95) C (120-125)	11,5±0,4 11,7±0,5 8,7±0,4 10,2±0,3 9,3±0,6 8,2±0,5 8,0±0,4 8,7±0,6
Могилевская область				
22	Чериковский район, Лименьское лесничество, кв. 39. Сосняк мшистый.	Дерново-подзолистая почва, развивающаяся на песке связном, подстилаемым песком рыхлым.	A_1 (0-10) A_1^{I}(10-15) A_1^{II}(15-20) A_2 (20-25) A_2^{I}(25-30) B (60-65) C (90-95) C (120-125)	7,0±0,4 11,3±0,5 13,0±0,4 9,7±0,3 9,7±0,5 10,2±0,4 7,0±0,3 8,1±0,4
24	Чериковский район, окрестности г.Черикова. Пойменный луг р. Сож.	Иллювиально-глеевая суглинистая почва, подстилаемая с глубины 60 см рыхлым песком.	A_1 (0-10) A_1^{I}(10-15) A_1^{II}(15-20) A^{I}g(20-25) G (25-30) G (60-65) Cg (90-95) Cg (120-125)	71,9±3,3 32,5±1,9 16,9±0,8 11,9±0,7 10,8±0,7 5,0±0,1 5,0±0,2 8,6±0,3
25	Могилевский район, Могилевское лесничество, кв. 157. Сосняк кисличный.	Дерново-подзолистая почва, развивающаяся на суглинке и супеси.	A_1 (0-10) A_1 (10-15) A_2 (15-20) A_2^{I} (20-25) A_2^{II}(25-30) B_1 (60-65) B_2 (90-95) BC(120-125)	35,7±1,7 30,6±1,5 24,4±1,4 31,2±1,6 39,0±1,5 63,4±3,2 68,7±3,4 53,3±2,0
Витебская область				
27	Толочинский район, Озерецкое лесничество, кв. 134. Сосняк кисличный.	Дерново-подзолистая суглинистая почва, развивающаяся на легком суглинке, подстилаемом моренным суглинком.	A_1 (0-10) A_1^{I}(10-15) A_1^{II}(15-20) A_2 (20-25) B_1 (25-30) B_2 (40-65) B_2^{I}(90-95) C (120-125)	49,4±2,0 48,9±2,2 59,5±3,0 48,1±1,9 52,2±2,0 57,9±2,5 65,2±3,1 79,1±2,9
33	Лепельский р-н. Березинский биосферный заповедник.	Дерново-подзолисто-глеевая, супесчаная почва.	A_1 (0-10) A_1^{I} (10-15) A_1^{II} (15-20)	37,9±1,6 30,3±1,3 29,1±1,1

	Крайцевское лесничество. кв. 536а. Березняк черничный.		A_1^{III}(20-25) A_2 (25-30) Bg (60-65) G_1 (90-95) G_1^{I}(120-125)	19,6±1,2 13,0±0,5 16,1±0,6 17,3±0,5 25,4±1,1
34	Лепельский р-н. Березинский биосферный заповедник. Окрестности д.Крайцы. Злаково-разнотравный луг в пойме р.Березины.	Дерново-подзолисто-глеевая, супесчаная почва, развивающаяся на аллювии.	A_1 (0-10) A_1^{I}(10-15) $A_1^{II}A_2$(15-20) A_1^{III}(20-25) Bg (25-30) G_1 (60-65) G_2 (90-95) G_3 (120-125)	44,9±2,3 50,1±2,9 18,9±1,1 21,7±2,0 23,0±2,1 34,4±1,9 39,8±1,7 21,7±1,1
32	Лепельский р-н. Березинский биосферный заповедник. Крайцевское лесничество. кв. 496. Сосняк мшистый.	Дерново-подзолистая песчаная почва, развивающаяся на песке рыхлом с прослойками ортзанд.	A_1 (0-10) A^{I} (10-15) $A^{I}A_2$ (15-20) B_1A_2 (20-25) B_2C (25-30) B_3C (60-65) B_4C (90-95) C (120-125)	7,5±0,2 7,7±0,1 7,5±0,3 6,1±0,2 9,6±0,3 9,1±0,4 13,3±0,4 6,1±0,1
Минская область				
30	Мядельский р-н. Нарочанское лесничество. Окрестности д.Малая Сырмеж. Сосняк мшистый.	Дерново-подзолистая, песчаная почва, развивающаяся на рыхлых песках.	A_1 (0-10) A_1^{I}(10-15) $A_2A_1^{I}$(15-20) B_1 (20-25) B_1 (25-30) B_1 (60-65) B_2C (90-95) C (120-125)	7,9±0,3 8,5±0,2 9,0±0,4 13,3±0,5 8,5±0,3 10,1±0,2 12,8±0,4 –
29	Мядельский р-н. Нарочанское лесничество. Окрестности д.Малая Сырмеж. Разнотравно-осоково-злаковый луг (р.Малиновка).	Торфяно-глеевая почва, подстилаемая рыхлым песком.	Ат (0-10) $Ат^{I}$ (10-15) $Ат^{II}$ (15-20) $Ат^{III}$ (20-25) $Ат^{III}$ (25-30) Ат (60-65) A_1 (90-92) G (120-125)	57,1±2,5 58,9±3,1 54,2±2,7 42,8±2,1 60,4±3,0 64,5±3,2 157,5±6,7 78,5±4,0

Анализ данных таблицы показывает, что для пойменных дерновых, дерново-болотных и торфяно-болотных почв, развивающихся на различных почвообразующих породах, характерен высокий уровень трофности верхних генетических горизонтов, подверженных аллювиальным процессам. Примером могут служить пойменные почвы р. Горыни (ПП 1), р. Припяти (ПП 5), р. Сожи (ПП 24), р. Березины (ПП 34), р. Малиновки (ПП 29), у которых показатели ГАП соответственно равны 55÷48, 52÷45, 72÷33, 45÷50 и 57÷59 мкА.

Наиболее низкими показателями ГАП (более низким плодородием) отличаются дерново-подзолистые почвы на легких почвообразующих породах. Верхние горизонты этих почв имеют величины ГАП в пределах: 12÷9 мкА (ПП 41, Наровлянский район, Гомельская обл.), 7÷13 мкА (ПП 22, Чериковский район, Могилевская обл.), 7÷8 мкА (ПП 32, Лепельский район, Витебская обл.), 8÷9 мкА (ПП 30, Мядельский район, Минская обл.). Если на дерново-подзолистые процессы накладываются болотные (они проявляются в оглеении нижних горизонтов почв), то это отражается на величине ГАП почвы, и ее плодородие возрастает. Это можно проиллюстрировать на примере варьирования показателей ГАП дерново-подзолисто-глеевых и глеевых почв ряда пробных площадей: 16÷11 мкА (ПП 2, Столинский район, Брестская обл.), 23÷19 мкА (ПП 3, Наровлянский район, Гомельская обл.), 38÷11 мкА (ПП 4, Наровлянский район, Гомельская обл.), 50÷41 мкА (ПП 6, Наровлянский район, Гомельская обл.), 38÷30 мкА (ПП 33, Лепельский район, Витебская обл.). Более высокие показатели трофности почв в данном

случае связаны с увеличением степени заболачиваемости почв и влиянием минерализованных грунтовых вод. На этих почвах произрастают высокопродуктивные насаждения.

Особое место занимают дерново-подзолистые суглинистые почвы сосновых и сосново-еловых насаждений. Эти почвы отличаются более высокими значениями ГАП по сравнению с почвами такого же типа, развивающихся на рыхлых песках. Так, в Могилевском районе (ПП 25) показатели трофности колеблются для верхних горизонтов почвы в пределах 36÷31 мкА, а в нижних слоях почвенного профиля достигают 69 мкА. Примерно такая же картина наблюдается в Толочинском районе (ПП 27). В горизонте $A_1–A_1^{II}$ величина ГАП равна 49÷60 мкА, в нижних слоях она достигает 79 мкА. Для этих почв характерны насаждения Iа бонитета. Высокий уровень трофности этих почвенных разностей связан с обильным живым напочвенным покровом, который из года в год аккумулирует значительные количества элементов питания и после его отмирания минеральные соединения остаются в верхней части почвенного профиля.

ВЫВОДЫ

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют, что показатели ГАП (гальванической активности почвы) в природных биогеоценозах отражают уровень обеспеченности почв элементами минерального питания, который зависит от типа растительного покрова, механического состава почвообразующей породы, направленности почвообразовательного процесса, водного режима почвы, состояния почвенного поглощающего комплекса и степени насыщенности почв основаниями. Самые незначительные изменения в этих составляющих, как это было показано выше, находят отражение в показателях уровня трофности почвы, величине ГАП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Сукачев В.Н.* Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1964. 574 с.

2. *Соколов А.В., Фридланд В.М.* Агрохимическая характеристика основных типов почв СССР. М.: Наука, 1974. 446 с.

3. *Якушев Б.И.* Исследование растений и почв. Эколого-физиологические методы. Минск: Наука и техника, 1988. 71 с.

4. *Якушев Б.И., Мартинович Б.С., Сак М.М., Кузьмич О.Т., Голушко Р.М.* Электрохимический способ оценки лесорастительных свойств почв // Леса Европейского региона – устойчивое управление и развитие. Труды междунар. конф. Ч. 1. Минск. 2002. С. 122-125.

5. *Якушев Б.И., Сак М.М., Анисова Ж.М., Голушко Р.М.* Характеристика трофности почвы – важная составляющая экологических исследований в природно-растительных комплексах // Ботаника (исследования): Сборник научн. трудов. Вып. XL. Минск: Право и экономика, 2011. С.588-600.

6. *Якушев Б.И.* Способ определения солевого режима почв // Автор. свидетельство СССР SU 1226257A. 1985. G01 № 27/46.

7. *Якушев Б.И., Сак М.М., Анисова Ж.М., Голушко Р.М.* Экологическая оценка трофности почв природных растительных сообществ на электрохимической основе // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы. Материалы Всерос. конф. Т.2. Структура и динамика растительных сообществ. Экология растительных сообществ. Санкт-Петербург, 2011. С.509-510.

USE OF ELECTROCHEMICAL MANNER OF SOIL TROPHIC LEVEL DETERMINATION IN BOTANICAL, GEOBOTANICAL AND ECOLOGICAL RESEACH IN NATURAL BIOGEOCENOSES OF BELARUS

© 2012 B.I. Yakushev, Z.M. Anisova, M.M. Sak, R.M. Golushko

V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk

In this article consider the values of trophic level in genetic strata of basic soil types in nature vegetation complexes of Belarus.

Key words: *galvanic soil activity, soil trophic level, nature vegetation complexes*

Boris Yakushev, Corresponding Member of National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Plant Ecology, E-mail: recology@biobel.bas-net.by; *Zhanna Anisova*, Candidate of Biological Sciences, research officer, E-mail: anisova_z@mail.ru; *Mikhail Sak*, research officer, E-mail: recology@biobel.bas-net.by; *Roman Golushko*, research officer, E-mail: recology@biobel.bas-net.by

ГЕОГРАФИЯ И КАРТОГРАФИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

УДК 574.4 (470)

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННОГО БОТАНИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

© 2012 Е.В. Булдакова

Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН

Обсуждаются базовые биохорологические единицы инвентаризации современного ботанического разнообразия биома Восточноевропейских широколиственно-хвойных лесов. Для каждой такой единицы разработан паспорт, в котором приводятся основные индикаторы разнообразия. Паспорт, в свою очередь, представляет характеристику региональной специфики типологического разнообразия и структуры лесного покрова биорегионов и является базовым инструментом для оценки и мониторинга современного ботанического разнообразия.

Ключевые слова: *экорегион, разнообразие лесных экосистем, биорегион, региональный спектр типов леса, паспорт биорегиона.*

Сохранение и оценка современного лесного биоразнообразия является основным условием рационального управления лесными ресурсами, что подчеркивается в целом ряде международных и российских документов [20, 21]. Решение задач, связанных с инвентаризацией биоразнообразия, как правило, базируется на двух концептуальных подходах: популяционно-видовом и экосистемном. В предлагаемой работе используется экосистемный подход, который исходит из того, что «все биологические системы неразрывно связаны со средой обитания и друг с другом, живые организмы в состоянии естественной свободы существуют только в составе экологических сообществ и экосистем» [13].

Оценка биоразнообразия лесных экосистем, прежде всего, складывается из разнообразия и количественных соотношений типов лесных сообществ в определенных природно-географических условиях. Важным аспектом при инвентаризации разнообразия лесных экосистем любой территории является выбор иерархической системы биохорологических единиц. Учитывая глобальный масштаб существующей угрозы исчезновения, как отдельных видов, так и целых экосистем, на современном этапе принятия значимых управленческих решений по сохранению и выявлению современного биоразнообразия лесных территорий, важно выбрать наиболее унифицированную систему таких единиц. За основу экологического районирования биома в работе принята следующая система биогеографической дифференциации: ***зонобиом-экорегион-биорегион***, выделяемые по биоклиматическим показателям и специфике биотических комплексов [15]. Эта модель хорошо согласуется со схемой экосистемной организации биосферы Г.Вальтера и С.Брекла [23], а так же со схемами экологического зонирования [20, 22]. Необходимо отметить, что предложенная система территориальных подразделений сопоставима с единицами ландшафтного районирования, адекватно отражает географические закономерности формирования структуры лесного покрова и его разнообразие в различных регионах. Данные по инвентаризации разнообразия лесных экосистем, полученные на основе эколого-географического подхода, могут быть источником информации при анализе современного разнообразия на всем Пан-Европейском пространстве.

Биом Восточноевропейских широколиственно-хвойных лесов располагается в средней части Русской равнины, примерно между 58° с.ш. - 55° с.ш. и 26° в.д. - 58° в.д., площадь его составляет порядка – 578 тыс. км². Леса, занимающие значительную часть территории биома, выполняют многочисленные экологические (ландшафтно-образующие, ландшафтно-стабилизирующие, ресурсные) и социальные функции, играют важную роль в стабилизации

Булдакова Екатерина Валентиновна, старший научный сотрудник. e-mail: e_buldakova@mail.ru

биосферных процессов в одном из наиболее густонаселенных регионов России. Лесистость биома и его региональных подразделений в среднем составляет 53 % и является показателем экологического состояния ландшафтов в его пределах. На схемах экологического зонирования Восточноевропейские широколиственно-хвойные леса представлены одним экорегионом Сарматских смешанных лесов (Sarmatic mixed forests), площадью порядка 846 тыс. км², значительная его часть отражена на карте «Экорегионы России» [16] и соответствует Смоленско-Приуральскому экорегиону, а его границы полностью совпадают с зональными границами Восточно-европейских широколиственно-хвойных лесов [8]. При оценке биоразнообразия и мониторинге лесов бином восточноевропейских широколиственно-хвойных лесов следует рассматривать как самостоятельное зональное подразделение растительного покрова [3].

При дифференциации территории на региональные хорологические единицы был использован эколого-географический подход. Полученные биохорологические единицы позволяют проводить инвентаризацию экосистемного разнообразия, так как при таком подходе наиболее полно учитываются связи растительных сообществ с окружающей средой, а также выявить биоэкологический потенциал территории биома. По современным данным среди базовых единиц оценки и анализа биоразнообразия на региональном уровне чаще всего рассматриваются экорегионы и биорегионы. Оценка ботанического разнообразия проводиться на основе комплексного геоинформационного картографического анализа территории, что позволяет получить качественные и количественные характеристики.

При региональной дифференциации биома широколиственно-хвойных лесов пространственные границы и местоположение биорегионов определены на основе сопряженного картографического анализа различных источников информации: биоклиматические параметры, «Карта потенциальной растительности Европы» [9] и «Карта почвенно-экологического районирования европейской части России» [10]. В результате территория биома подразделилась на семь биорегионов (рис.1).

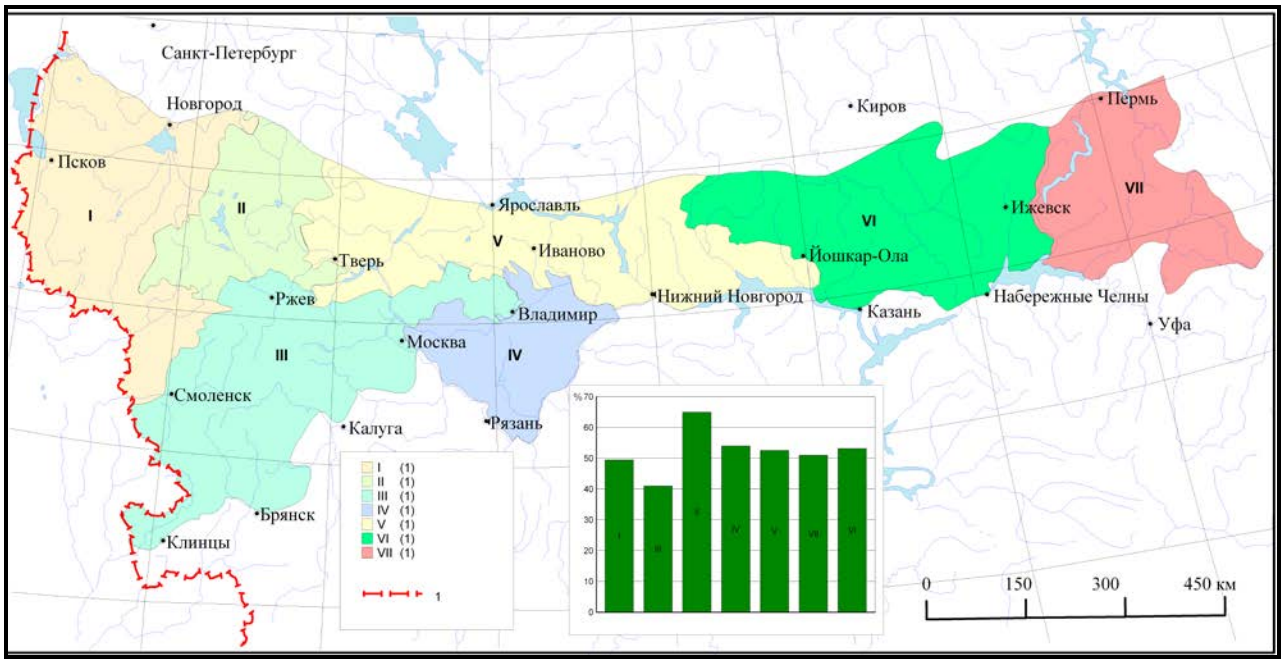


Рис. 1. Биорегионы бима восточноевропейских широколиственно-хвойных лесов

Примечание: (I-VII - номера биорегионов). ***Смоленско-Приуральский экорегион:*** I - Северо-Западный (площадь - 99,8 тыс. км^2), II - Валдайский (48,5), III - Смоленско-Московский (112,9), IV - Мещерский (42,5), V - Верхневолжский (106,6), VI - Вятско-Камский (100,9), VII - Приуральский (66,2).

При определении границ биорегионов ключевыми показателями выступают биоклиматические характеристики, относительная однородность пространственной и типологической структуры почвенного и растительного покрова. Необходимо подчеркнуть,

что при выделении фитохорологических единиц регионального уровня принято ориентироваться на коренную растительность, которая является основным индикатором биоэкологического потенциала земель.

На карте диаграммой показана лесистость биорегионов по данным государственного учета лесного фонда по состоянию на 2003 год. Лесистость отражает общую картину антропогенной трансформации растительного покрова. Для большей части биорегионов площади, покрытые лесом, занимают около половины их территории (от 41 % до 55 %), и только в Валдайском биорегионе лесистость достигает 65 %. Экспертная оценка критического состояния лесистости для Московской области, с точки зрения устойчивого состояния лесных экосистем, оценивается в 45 %. Согласно этим данным для Смоленско-Московского и, отчасти Северо-Западного биорегионов, уровень этого показателя находиться на критической отметке.

Ботаническое разнообразие биома складывается из двух составляющих: флористического и ценотического разнообразия растительного покрова. В качестве одного из параметров оценки биоразнообразия в работе используется количественный показатель уровня конкретных флор (КФ) [12]. Для детальной характеристики географии региональной изменчивости показателей КФ были привлечены литературные данные различных авторов (всего порядка 30 источников) по изучению КФ биома. На основе этих данных составлена компьютерная база данных в рамках разработанной ГИС-биом, включающая 67 КФ, для каждой из которых приводятся географические координаты и площадь, название КФ, показатель уровня видового богатства КФ. Следует отметить, что из-за недостаточного количества данных по КФ, в анализе используются также данные по близким к ним в отношении своего объема локальным флорам (ЛФ) [18]. В результате, на основе собранных данных была построена цифровая карта числа видов конкретных и близких к ним флор биома и рассчитано среднее флористическое богатство в целом для биома восточновропейских широколиственно-хвойных лесов и его региональных подразделений, приведенное в таблице (табл.1).

Таблица 1. Варьирование числа видов в конкретных и близких к ним флорах биома восточноевропейских широколиственно-хвойных лесов

Биорегионы	**Значение числа видов**			
	Среднее	**Максимум**	**Минимум**	**Разброс**
I. Северо-Западный	706	882	587	295
II. Валдайский	578	606	538	68
III. Смоленско-Московский	694	793	505	288
IV. Мещерский	616	684	523	161
V. Верхневолжский	679	791	629	162
VI. Вятско-Камский	685	844	539	305
VII. Приуральский	670	-	-	-
Для всего биома	689			

Проведенные статистические подсчеты количественных параметров, показали, что среднее число видов в КФ для биома в целом составляет 679 видов, что очень близко по значению к величинам приведенным выше. Минимальное значение составляет 505 видов, а максимальное – 882, таким образом, разброс значений составил 377, что вполне укладывается в пределы варьирования количественных флористических параметров (538-984 вида), характерных для Среднеевропейской флористической области, указанных ранее в работе В.М. Шмидта [17]. Пределы варьирования уровня богатства флор по данным КФ достаточно большие – от 505 до 882 видов. При этом среднее значение показателя уровня КФ (порядка 700 видов) отмечаются во всех биорегионах; наиболее высокие показатели характерны для Северо-Западного, наименьшие – отмечены в Валдайском и Мещерском

биорегионах, по Приуральскому биорегиону выборка является не репрезентивной, из-за сравнительно малого числа данных.

В системе ГИС-биом проведен сопряженный картографический анализ карт уровней флористического богатства биорегионов и карты ландшафтов на эту территорию. Анализ карт показал, что для разных генетических типов ландшафтов характерны разные значения флористического богатства КФ. В пределах Смоленско-Московского, и Верхневолжского биорегионов, максимального значения этот показатель достигает в зональных типах ландшафтов, представленных пологохолмистыми моренными возвышенными равнинами с широколиственно-еловыми лесами (Клинско-Дмитровская гряда, Борисоглебская возвышенность). Для Северо-Западного биорегиона характерно высокое флористическое богатство в плакорных условиях холмистых моренных равнин (Бежаницкая и Судомская возвышенности) со сложными еловыми лесами. Для Вятско-Камского биорегиона, напротив, повышенное число видов КФ отмечено на низменных древнеаллювиальных и аллювиально-зандровых равнинах с боровыми сосновыми, широколиственно-сосновыми лесами; а также в речных долинах крупных рек с пойменными лиственными лесами, где создаются наиболее благоприятные условия для существования многих лесостепных видов.

Важным таксономическим параметром при оценке биоразнооразия лесных сообществ является число видов дендрофлоры. Пространственное распределение этого параметра показано на примере числа видов деревьев основных лесообразующих пород. Основой для построения этой карты послужили данные государственного учета лесного фонда за 2007 г., а также Атлас ареалов деревьев и кустарников СССР [1]. Дендрофлора биома содержит богатый генофонд как хвойных (5), так и широколиственных видов (6) деревьев. Среднее число видов лесообразующих пород биома – 14, при этом характер их распределения в целом согласуется с уровнями флористического богатства биорегионов. Исключение представляют Валдайский и Мещерский биорегионы, для которых падение уровня флористического разнообразия не связано с уменьшением числа видов деревьев. Минимальное разнообразие естественной дендрофлоры характерно для Приуральского биорегиона, что обусловлено современными биоклиматическими факторами и историей развития этой территории в голоцене. Во всех биорегионах биома следует отметить присутствие основных зональных лесообразующих пород, которые участвуют в лесообразовательном процессе и могут обеспечивать восстановительные сукцессии на нарушенных лесных площадях.

Особого внимания при изучении ботанического разнообразия биома заслуживают редкие и исчезающие виды растений, мониторинг состояния которых важен не только с ботанико-географической точки зрения, но и в целях организации охраны природы. Следует отметить, что в пределах биома проходят северные (*Salix alba, Sanicula europaea, Lunaria rediviva, Bromus benekenii, Geranium sanguineum, Asperula aparine* и др.) и южные (*Betula nana, Salix phylisifolia, Rubus chamaemorus, Empetrum nigrum, Hepatica nobilis* и др.) границы ареалов многих видов. Среди редких видов, отмеченных в Красной книге РФ [4], в пределах биома встречаются следующие виды: борец Флерова (*Aconitum flerovii Steinb.),* меч-трава обыкновенная (*Cladium mariscus*) лобелия Дортманна *(Lobelia dortmanna L.),* пальчатокоренник Траунштейнера *(Dactylorhiza traunsteineri (Saut.) Soo),* венерин башмачок настоящий *(Cypripedium calceolus L.),* пыльцеголовник длиннолистный *(Cephalanthera longifolia (L.) Fritsch),* п. красный *(C. rubra (L.) Rich.),* надбородник безлистный *(Epipogium aphyllum Sw.*), неоттианте клобучковая *(Neottianthe cucullata (L.) Schlecht.),* офрис насекомоносная *(Ophrys insectifera L.*), ятрышник шлемоносный *(Orchis militaris L.),* я. обожженный *(O. ustulata L.*), калипсо луковичная *(Calypso bulbosa (L.) Oakes),* липарис Лезеля (*Liparis loeselii*), прострел луговой *(Pulsatilla pratensis (L.) Mill.),* каулиния гибкая *(Caulinia flexilis Willd.),* к. тончайшая *(C. tenuissima (A. Br. ex Magnus) Tzvelev.),* водяной орех плавающий (*Trapa natans L)*, полушник озерный *(Isoetes lacustris L.),* п. щетинистый *(I. setacea Durieu),* лобария легочная (*Lobariaa pulmonaria L.*).

Для выделения зональных и сопутствующих им типов сообществ биома, обусловленных биоклиматическими факторами, используется карта потенциальной

растительности Европы [9], которая иллюстрирует распределение естественных растительных формаций и их комплексов, наилучшим способом адаптированных к современным климатическим и эдафическим условиям [19]. В пределах изучаемой территории, согласно эколого-морфологической классификации, было выделено пять классов формаций, в том числе три зональных: хвойные бореальные, широколиственно-хвойные гемибореальные, широколиственные и смешанные неморальные леса, а также два не зональных класса формаций: мелколиственные и аллювиальные леса. Эти классы формаций соответствуют пяти классам высших синтаксонов эколого-флористической классификации: *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl., Siss. et Vlieger 1939, *Vaccinietea uliginosi* Tx. 1955, *Querco-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937 em. Klika 1939, *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et Tx. 1943, *Salicetea purpurea* Moor, 1958 [6, 7].

Для региональных спектров Северо-Западного (I), Валдайского (II), Смоленско-Московского (III), Вятско-Камского (VI) и Приуральского (VII) биорегионов характерно преобладание зональных типов широколиственно-еловых и замещающих их к востоку широколиственно-пихтово-еловых лесов, а также еловых и пихтово-еловых неморальнотравяных сложных лесов, на долю которых приходиться от 45 % до 84 % площади биорегионов. Напротив, в Верхневолжском (V) и Мещерском (IV) биорегионах они занимают всего около 16 % и 14 % площади соответственно. В Верхневолжском биорегионе фоновыми являются бореальные еловые (37,3 %), преимущественно кустарничково-зеленомошные и бореальные сосновые (31,6 %) леса. Региональный комплекс лесов Мещерского биорегиона резко выделяется по преобладанию бореальных сосновых (35,3%) и широколиственно-сосновых (31,6 %) лесов. Каждый биорегион характеризуется наличием некоторых специфичных (преимущественно эдафических вариантов) типов сообществ, связанных с локальными почвенно-геоморфологическими условиями.

Для каждого биорегиона характерна своя степень нарушенности растительного покрова, которая выражается через соотношение коренных и производных типов сообществ, при этом количество последних достаточно велико. Следует также добавить, что фрагментация лесного покрова и увеличение мозаики лесных экосистем, происходящее в результате деятельности человека не беспредельно, а напрямую связано с природным потенциалом каждого конкретного ландшафта, а также с числом его структурных подразделений и экотопов [5, 14]. В итоге, для лесов биома, с позиции эколго-морфологической классификации, выделено 22 формации и субформации, 8 классов ассоциаций на основе коллективных доминантов нижних ярусов (широкотравный, травяной, орляковый, хвощовый, лишайниковый, зеленомошный, долгомошный, сфагновый) и 108 групп ассоциаций. Необходимо отметить, что с учетом производных типов лесов, представленных березовой, осиновой и сероольховой формациями, количество групп возрастет, по меньшей мере, в 2,5 раза.

Региональная характеристика биоты может быть отражена в специально разработанном для этих целей паспорте биорегиона, содержащего краткую характеристику растительного покрова и животного населения, выраженных в качественных и количественных параметрах биоразнообразия. Касаясь ботанической составляющей биорегиона, следует учитывать, что каждый из них имеет свою структуру по потенциальной и современной растительности. При создании паспорта необходимо разработать унифицированную форму, которая позволяла бы подчеркнуть эти различия и в тоже время отразить общие закономерности в пространственной и типологической структуре растительного покрова. Для этого, на начальном этапе необходимо выбрать систему параметров, которая предусматривала бы стандартный набор индикаторов и характеристик для оценки экосистемного разнообразия лесов на региональном уровне. Накопленный опыт по оценке биоразнообразия крупных регионов, представленный в серии работ [2, 11], а также аналитические данные, полученные в результате исследования, дают основание принять в качестве критериев характеристики биорегиона некоторые показатели природных компонентов, определяющих специфику его биоты. Паспорт биорегиона включает следующие параметры: *основные биоклиматические*

показатели (ср. годовая температура, сумма биологически активных температур, среднегодовое количество осадков), *структуру земельного фонда* (лесистость территории, соотношение площади лесов, болот), *структуру лесного покрова* (состав лесов по преобладающим классам возраста, типологическое разнообразие лесов и фоновые типы леса (соотношение по занимаемой площади коренных и производных сообществ), *видовое богатство* (уровень КФ), число особоохраняемых видов растений.

В паспорт входит, наряду с географическим, ботаническое определение биорегиона с указанием преобладающих формаций. Для этого посчитано процентное содержание типов выделов, относящихся к различным классам формаций в пределах каждого биорегиона.

Таким образом, разработанный унифицированный паспорт биорегиона, в котором определены основные параметры для оценки его ботанического разнообразия, является важным звеном в информационном обеспечении национальной программы экологического мониторинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас ареалов деревьев и кустарников СССР. Т. 1. – Л.: Наука, 1977 – 164 с.
2. Атлас биоразнообразия лесов Европейской России и сопредельных территорий. – М.: ПАИМС, 1996. – 144 с.
3. *Булдакова Е.В.* Анализ экосистемного разнообразия биома Восточноевропейских широколиственно-хвойных лесов//География и природные ресурсы. 2009. — №1. — С. 81-88.
4. *Горбатовский В.В.* Красные книги субъектов Российской Федерации. — М.: НИА-Природа, 2003. — 496 с.
5. *Громцев А.Н.* Ландшафтная экология таежных лесов: теоретические и прикладные аспекты. — Петрозаводск: Карел. НЦ РАН, 2000. — 142 с.
6. *Заугольнова Л.Б., Истомина И.И., Тихонова Е.В.* Экологический, ценотический и флористический анализ группы ассоциаций хвойно-широколиственных лесов центра Европейской России // Растительность России. — СПб., 2001. — №2. — С. 38-48.
7. *Заугольнова Л.Б., Морозова О.В.* Типология и классификация лесов европейской России: методические подходы и возможности их реализации // Лесоведение. —2006. — №1.
8. Карта “Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий” (1:8,000,000) в серии карт природы для высшей школы. //Под ред. - Г.Н. Огуреевой. — М.: «Экор», 1999. 2 л. Пояснительный текст и легенда к карте. — М.: ТОО ЭКОР, 1996. 64 с.
9. Карта потенциальной растительности Европы /Map of the Natural Vegetation of Europe / U.Bohn et al.. Sc. 1:2,500,000. — Bonn: Federal Agency for Nature Conservation, 2004. — 9 Scheets.
10. Карта почвенно-экологического районирования Восточно-Европейской равнины. Масштаб 1: 2,500,000 /Под ред. Г.В. Добровольского и И.С. Урусевской. – М.: ТОО «Экор», 1997. – 4 листа.
11. Мониторинг биологического разнообразия лесов России: методология и методы/ отв. ред. А.С. Исаев; ЦЭПЛ РАН. — М.: Наука, 2008. — 453 с.
12. *Морозова О.В.* Таксономическое богатство Восточной Европы: факторы пространств. дифференциации. — М.: Наука, 2008. — 328 с.
13. Национальная стратегия сохранения биоразнообразия России. — М., 2001. —76 с.
14. *Огуреева Г.Н., Булдакова Е.В.* Разнообрзие лесов Клинско-Дмитровский гряды в связи с ландшафтной структурой территории // Лесоведение. — 2006. — №1. — С. 58-69.
15. *Огуреева Г.Н., Даниленко А.К., Котова Т.В., Румянцев В.Ю.* Картографирование биомов России // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. — 2001. — №5. — С.31-36.

16. *Огуреева Г.Н., Криволуцкий Д.А, Даниленко А.К.* Экологическое зонирование и экорегионы мира // География, общество и окружающая среда. Том 3: Природные ресурсы, их использование и охрана. М.: Городец, 2004. С. 388–392.

17. *Шмидт В.М.* Географическая изменчивость флористических показателей на территории европейской части СССР // Тр. Ленингр. о-ва естетсвоисп. 1977. т. 73. вып. 3. С. 39-62.

18. *Юрцев Б.А., Камелин Р.В.* Основные Понятия и термины флористики; Учеб. Пособие по спецкурсу.– Пермь:Перм. Ун-т, 1991. –80с.

19. *Bohn U.* Introduction to the International Workshop on the Application and Analysis of the Map of the Natural Vegetation of Europe // Application and Analysis of the Map of the Natural Vegetation of Europe. Bonn: Federal Agency for Nature Conservation. – 2005. – P.20-24.

20. FAO (2005). Global Forest Resources Assessment 2005. R ome, Food and Agriculture Organization http://www.fao.org/forestry/fo/fra2005

21. The MCPFE Report on Sustainable Forest Management in Europe. Vienna, Austria, 2003. 114 p. http://www.foresteurope.org/filestore/foresteurope/Publications/pdf/forests_2003.pdf

22. *Olson D.M., Dinerstein E., Wikramanayake E., Burgess N.* et al. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth // BioScience. 2001.Vol. 51. N 11. P. 933-938.

23. *Walter H., Breckle S.-W.* Ökologische Grundlagen in globaler sicht. Bd.1. Gustav Fisher Verlag. Stuttgart, 1991. – 238p.

INVENTORY OF MODERN BOTANIC DIVERSITY FOR THE DEVELOPMENT OF THE NATIONAL ENVIRONMENTAL MONITORING PROGRAM

© 2012 E.V. Buldakova

Sergeev Institute of Environmental Geoscince RAS

In paper discussed the basic biochorological units of inventory of modern botanical diversity biome Eastern deciduous-coniferous forests. For every unit is designed passport, which provides the main indicators of diversity. Passport also characterizes the regional specificity of typological diversity and structure of forest cover of bioregions and it is the basic tool for the assessment and monitoring of the modern botanical diversity.

Keywords: *ecoregion, the diversity of forest ecosystems, bioregion, a regional variety of forest types, passport of bioregion.*

Buldakova Ekaterina, senior scientific researcher, e-mail: e_buldakova@mail.ru

УДК 630*182.2:630*582+681.3

МЕТОДИКА ДЕШИФРИРОВАНИЯ СТАДИЙ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКАХ LANDSAT

© 2012 И.В. Данилова, В.А. Рыжкова

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

Предложен алгоритм автоматизированного дешифрирования возрастных стадий восстановительной динамики лесной растительности на основе сопряженного анализа космических снимков серии Landsat-TM и наземных данных на примере территории южной части Приенисейской Сибири.

Ключевые слова: *лесовосстановительная динамика, возрастные стадии, космические снимки, ГИС-технологии.*

Существенная пространственная неоднородность, большая площадь исследуемых фрагментов земной поверхности, динамичность изменения границ и площадей лесных массивов, зачастую не позволяют применять такие традиционные методы слежения за их состоянием, как стационарные исследования, тематическое картирование на местности и т.п. Поэтому как альтернатива таким методам в последние десятилетия развивается концепция экосистемного мониторинга с помощью съемки из космоса в сочетании с картографическими методами, ГИС и наземным обследованием территории.

В свою очередь увеличение объема поступающей аэрокосмической информации, используемой для создания и актуализации тематических карт в ГИС, а также повышение требований к скорости и точности их обработки делает актуальной проблему автоматизации процесса обработки космической информации. Вместе с тем необходима модификация существующих и разработка новых методов и алгоритмов интерпретации данных дистанционного зондирования [2, 6]. В частности по результатам прямого дешифрирования спектрозональных снимков получают карты породного состава лесной растительности, которые в полной мере не отражают экосистемное разнообразие лесных территорий. Для создания более адекватной модели систематизации разнообразия растительного покрова используют косвенные признаки, такие, как рельеф местности (значения абсолютных высот, уклон, кривизна поверхности и др.) и параметры факторов окружающей среды (климат, геоморфология, литология и т.д.). Для решения каждой конкретной задачи извлечение максимально возможной информации из космического снимка возможно только в рамках сквозной, комплексной технологии, подразумевающей максимальную степень автоматизации [3].

Задача наших исследований – разработка методики автоматизированного дешифрирования стадий лесовосстановительной динамики на основе сопряженного анализа данных дистанционного зондирования и материалов наземных исследований.

В качестве тестового участка выбрана территория южной части Приенисейской Сибири. По характеру рельефа район исследований очень неоднородный, охватывает равнинную приенисейскую часть Западно-Сибирской низменности на западе, низкогорья Енисейского кряжа и Канско-Усольскую котловину на востоке.

Растительность представлена южно-таежными и подтаежными лесами с участками лесостепной растительности и сельхозугодиями [1]. Леса данной территории весьма разнообразны по составу и структуре сообществ, особенностям их восстановительной динамики. Они характеризуются сильной нарушенностью и антропогенной трансформацией. На больших площадях в разных лесорастительных условиях представлены возрастные стадии восстановления коренной растительности.

Данилова Ирина Валерьевна, младший научный сотрудник лаборатории геоинформационных систем. E-mail: tiv80@mail.ru; *Рыжкова Вера Александровна*, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории геоинформационных систем. E-mail: vera@ksc.krasn.ru

Технологический процесс дешифрирования космических снимков представляет собой серию последовательных этапов, на каждом из которых были задействованы современные информационные технологии, стандартные процедуры программных продуктов ERDAS IMAGINE 9.2, ESRI ArcMap 9.3.

В процессе дешифрирования необходимо выделить элементарные единицы растительного покрова, представляющие собой участки леса, относительно однородные по породному составу и возрасту, которые определяются как тип насаждений [4] и являются возрастными стадиями, из которых в дальнейшем будут формироваться восстановительные ряды растительности [7].

Точность дешифрирования растительного покрова зависит в основном от спектральных характеристик поверхности, измеренных с одного сенсора, и от использования алгоритмов классификации снимка. Отдельные группы пород определяются с разным уровнем достоверности. Основная проблема состоит в том, что многие виды растительности имеют перекрывающиеся спектральные характеристики, по которым их невозможно разделить. Легко отделить друг от друга лиственные и темнохвойные группы пород, сложнее – лиственные и светлохвойные. Близкие по спектральным характеристикам породы - ель и пихта, сосна и лиственница, береза и осина – разделить, как правило, невозможно [5]. Для дешифрирования породного состава древостоя целесообразно использовать разновременные (разносезонные) космические снимки среднего пространственного разрешения, полученные с одного сенсора, а также применять комбинацию различных данных для более детальной классификации снимка [3].

Поэтому для классификации были отобраны разносезонные (летние: июнь-июль; осенние – сентябрь-октябрь) безоблачные спутниковые сцены серии Landsat-TM, дата съемки которых наиболее близка к датам проведения лесоустроительных и полевых работ. В нашем случае территорию исследований покрывали несколько снимков, поэтому предварительно обозначили базовый снимок, на который имелось наибольшее количество достоверной информации и который покрывал большую площадь района. Сначала осуществлялась классификация базового снимка, затем на его основе классифицировались остальные.

Выбранные снимки трансформировались в базовую картографическую проекцию для дальнейшего совмещения со слоями банка данных ГИС о лесном фонде. При наличии в сценах облаков и их теней, формировались маски облачности, чтобы исключить соответствующие пиксели из дальнейшего анализа. Также выполнялась топографическая нормализация снимков [9], которая позволила искусственно выровнять уровни освещенности на склонах. Далее нормализованные спутниковые сцены объединялись в многоканальные разносезонные снимки (12 каналов).

Используя полевые данные и лесоустроительную информацию, предварительно определили типы насаждений (по породному составу и возрасту), преобладающие на исследуемой территории. Приуроченность типов насаждений к определенным элементам рельефа определялась с использованием топографических профилей, построенных на основе растрового слоя абсолютных высот [8].

Эталонные выборки для последующей классификации базового снимка формировались на основании совместного анализа спутниковых изображений и векторных карт лесоустроительных выделов [5]. Для каждого лесоустроительного выдела рассчитывались основные статистические показатели по множеству пикселей растровых слоев спутниковой сцены, попавших в площадь выдела. Предварительно с целью снижения влияния погрешности совмещения карт, из рассмотрения исключались граничные пиксели выделов, а также выделы с площадью меньше заданного порогового значения и вытянутой формы.

Лесоустроительный выдел определяется как однородный участок по целому комплексу лесотаксационных признаков. Следовательно, участки мультиспектральных спутниковых изображений внутри выделов также должны быть более или менее однородными по своим спектральным и пространственным характеристикам.

Оценка однородности выделов выполнялась на основании величины стандартного отклонения и значений дистанционных признаков [5]. Выделы разбивались на три класса степени однородности по каждому из признаков. Итоговое ранжирование выделов по степени однородности выполнялось как операция пересечения множеств относительно однородных выделов по всем признакам. В результате в эталонную выборку были отобраны наиболее однородные по своей пространственной структуре выдела.

Отобранное множество относительно однородных выделов служило базой для формирования выборок информационных классов для дальнейшей классификации космических снимков по преобладающей породе. Формирование информационных классов осуществлялось путем создания запросов к атрибутивной базе лесотаксационных выделов. Из множества исходных выделов выбирались только те выделы, у которых коэффициент состава преобладающей породы составлял более 7 единиц, полнота насаждения более 0,7. В результате были сформированы наиболее представленные на данной территории и спутниковой сцене информационные классы.

Каждому информационному классу соответствовало несколько выделов, контуры которых служили для определения границ обучающих выборок. Далее на основе этих выборок создавались параметрические сигнатуры информационных классов для анализа информативности признаков и дальнейшей классификации с обучением.

Лесоустроительные материалы содержат информацию только о лесном фонде, соответственно и сигнатуры были созданы только для лесной территории. Для нелесных земель, таких как сенокосы, сельскохозяйственные угодья, болота, дополнительно рассчитали параметрические сигнатуры, используя топографические карты масштаба 1: 25 000 – 1: 100 000.

Оценка разделимости классов проводилась с использованием метода трансформированной дивергенции [10]. Сигнатуры, которые имели плохую разделимость в пространстве спектральных признаков, объединили в один класс.

В результате создано 50 параметрических сигнатур: 21 из них характеризуют лесные площади, 3 – болота, 3 – водные объекты, 23 – нелесные земли (сельскохозяйственные угодья, луга, промышленные районы, населенные пункты).

Управляемая классификация снимков выполнялась на основе созданных сигнатур с использованием метода максимального правдоподобия.

Для последующей генерализации на данном этапе рассчитывался также файл векторов расстояний классифицированных пикселей до ближайших классов (центров классов в пространстве признаков). Если в файле расстояний имелись пиксели с высокими значениями, это означало, что они спектрально удалены от средних значений сигнатур классов и, соответственно, некорректно классифицированы. Тогда на этом шаге добавляли недостающие эталоны и снова повторяли процесс классификации.

Поскольку полученное классифицированное растровое изображение имело мозаичную структуру, а лесотаксационные данные представлены гомогенными по составу полигонами, то для адекватного сравнения полученных данных следовало выполнить генерализацию растрового изображения.

На этапе генерализации и учета возможной неопределенности отнесения пикселя к конкретному классу использовался подход нечеткой композиции [9] с учетом контекстуальной информации о взаимном расположении пикселей. В результате получен генерализованный растровый слой элементарных классов расчленения земной поверхности, выделенных по спектральным характеристикам.

Классы идентифицировались экспертом как возрастные или восстановительные стадии лесной растительности: а) начальные стадии восстановления (гари и вырубки); б) лиственные насаждения (молодняки) (до 40 лет); в) смешанные хвойно-лиственные насаждения (40-80 лет); г) приспевающие хвойные насаждения (80-120 лет); д) спелые и перестойные хвойные насаждения (более 120 лет) с использованием лесоустроительной и полевой информации.

Классифицированный базовый снимок не покрывал всю территорию исследования, поэтому для анализа всей территории использовали перекрывающиеся снимки из соседнего прохода и ряда. Чтобы учесть различия в значениях спектральной яркости пикселей между снимками, связанных с разными атмосферными помехами и фенофазой растительности, классификацию проводили отдельно для каждого снимка. Обучающие выборки создавали автоматически с использованием классов, полученных в области перекрытия каждого снимка с базовым.

Монтаж всех классифицированных изображений в единую мозаику осуществлялся в определенной последовательности для достижения наилучшего совмещения классов на границах снимков [9].

В модуле Knowledge Engineer\ERDAS Imagine создана экспертная классификация для пошагового формирования карты восстановительной динамики растительности. Система экспертной классификации представляет собой иерархию правил, или дерево решений, описывающие условия, при которых информация низкого уровня превращается в классы более высокого уровня [9]. Экспертная классификация результатов дешифрирования космических снимков и растрового слоя потенциальных лесорастительных условий [8] позволила сформировать восстановительные ряды растительности [4] в соответствии с разработанной сопряженной классификацией лесорастительных условий и лесной растительности [7]. В результате для тестового участка получен растровый слой, отражающий пространственное распределение возрастных стадий восстановления лесной растительности в разных лесорастительных условиях и являющийся одним из слоев карты восстановительной динамики лесного покрова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабинцева Р. М., Чередникова Ю. С.* Естественное возобновление под пологом древостоев южной тайги // Лесовосстановление в подзоне южной тайги. Красноярск, 1983. С.5-13.
2. *Замятин А.В., Марков Н.Г., Напрюшкин А.А.* Адаптивный алгоритм классификации с использованием текстурного анализа для автоматизированной интерпретации аэрокосмических изображений // Исследование земли из космоса. М.: Изд-во «Наука», 2004. №2. С. 32-40.
3. Исследование возможностей применения материалов дистанционного зондирования при государственной инвентаризации лесов // Отчет о научно-исследовательской работе. М.: ЗАО «СОВЗОНД», 2008. 260 с.
4. *Колесников Б.П.* Кедровые леса Дальнего Востока. М.-Л: Изд-во АН СССР, 1956. 263 с.
5. *Корец М.А., Данилова И.В., Черкашин В.П.* Дистанционная индикация структуры лесных территорий // Региональные проблемы экосистемного лесоводства [под ред. А.А.Онучина]. Красноярск: Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, 2007. С. 52-68.
6. *Напрюшкин А.А.* Алгоритмическое и программное обеспечение системы интерпретации аэрокосмических изображений для решения задач картирования ландшафтных объектов: Автореф. дис. канд. техн. наук. Томск, 2002. 19 с.
7. *Рыжкова В.А.* Закономерности восстановительной динамики подтаежных и горнотаежных лесов // Региональные проблемы экосистемного лесоводства [под ред. А.А.Онучина]. Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2007. С. 78-90.
8. *Рыжкова В.А., Данилова И.В., Корец М.А., Михайлова И.А.* Принципы и методика составления карты растительного покрова юга Приенисейской Сибири на основе ГИС-технологий // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы. Санкт-Петербург, 2011 г. С. 411-415.
9. ERDAS Field Guide. Fifth edition. USA: ERDAS Inc., 1999. 672p.

10. *Swai, P. H., and S. M. Davis*. Remote Sensing: The Quantitative Approach. New York: McGraw Hill Book Company, 1978. 396 p.

INTERPRETATION REGENERATION STAGE TECHNIQUE OF LANDSAT SATELLITE IMAGES

© 2012 I.V. Danilova, V.A. Ryzhkova

V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS

A GIS-based method of age regeneration stage interpretation based on a combined analysis of multi-band optical satellite data and ground data were developed for the southern near-Yenisei part of Siberia.

Key worlds: *forest regeneration dynamics, age regeneration stage, remote sensing, GIS.*

Danilova Irina Valerievna, Junior Researcher of GIS Laboratory. E-mail: tiv@ksc.krasn.ru; *Ryzhkova Vera Aleksandrovna*, PhD in biology, Senior Researcher of GIS laboratory. E-mail: vera@ksc.krasn.ru

УДК 581.55: 911.52(1-924.81)

ОСНОВНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И СОЧЕТАНИЯ В ЛЕСОТУНДРЕ В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ р. ТЕРИБЕРКА (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

© 2012 Н.Е. Королева[1], А.Р. Лошкарева[2]

[1] Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина КНЦ РАН, г. Кировск
[2] Географическийфакультет МГУ им. М.В.Ломоносова, г. Москва

Рассмотрены и иллюстрированы основные тундровые, лесотундровые, лесные и болотные растительные комплексы в районе среднего течения р. Териберка (Мурманская область)

Ключевые слова: *лесотундра, тундра, болота, картографирование, растительные комплексы, мезокомбинации, Мурманская область*

Пограничная полоса между зональными тайгой и тундрой на Кольском полуострове занимает площадь 46 тыс.кв. км [4] и представлена криволесьями и редколесьями из березы Черепанова. Рельеф и связанные с ним распределение снежного покрова, а также характер увлажнения, в основном определяют структуру и разнообразие растительного покрова в лесотундре. Из-за особенностей рельефа разнообразные по размеру, сложности и составу комбинации тундровых, лесных, болотных фитоценозов, такие как **комплексы растительности** и **экологические ряды** [3], преобладают здесь над пространственно однородными и гомогенными выделами. Поэтому выявление и типизация закономерных сочетаний рядом расположенных сообществ на генетически связанных элементах мезорельефа – необходимый этап геоботанического картографирования растительного покрова области.

Рис. 1. Расположение района исследований

Королева Наталья Евгеньевна, с.н.с. лаб флоры и растительности ПАБСИ КНЦ РАН, flora012011@yandex.ru; *Лошкарева Александра Романовна*, магистрант каф. картографии и геоинформатики географического ф-та МГУ им. М.В.Ломоносова, aloshkareva@gmail.com

Полевые работы с целью последующего картографирования ключевого участка лесотундры проводили в северной части Кольского полуострова, в 50 км к западу от Мурманска, в районе среднего течения р. Териберка и оз. Канентъявр (рис.1).

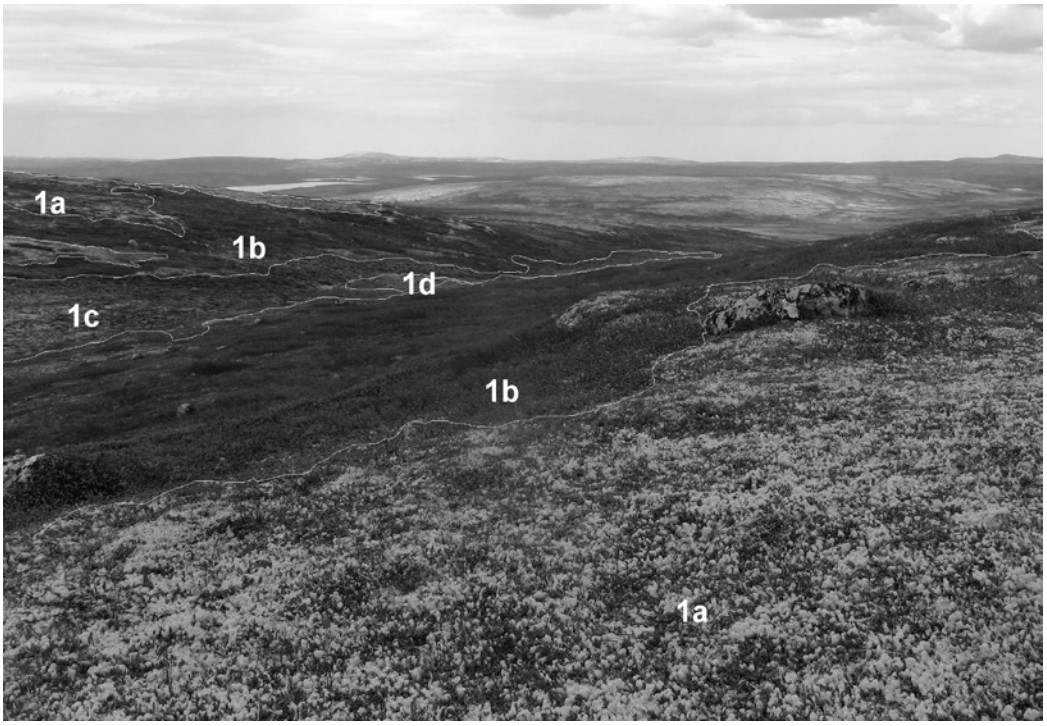


Рис. 2. Элементы микропоясного экологического ряда на бессточной катене (топографическом градиенте от вершины холма к бессточной ложбине).

Примечание: 1a: воронично-лишайниковые сообщества, асс. ***Empetro–Betuletum nanae*** на вершине, **1b**: кустарничково-зеленомошные тундры асс. ***Phyllodoco-Vaccinietum myrtilli*** на склоне, **1c**: мелкобугристо-кочковатое кустарничково-мохово-лишайниковое болото; **1d**: пушицево-осоковое мелкобугристо-топяное болото в ложбине.

Площадь района исследований составляет около 1300 км2, для него характерна значительная расчлененность рельефа, основными мезоформами которого являются ступенчатые тектонические морфоструктуры с выположенными (иногда платообразными) вершинами, моренных холмы и гряды, чередующиеся с заболоченными понижениями и долинами рек. Почвообразующими породами являются щебнистая морена, элювий кристаллических коренных пород, кроме того, в древних долинах крупных рек – мощные песчаные флювио-гляциальные отложения, а в бессточных ложбинах и заболоченных долинах – торфяные отложения.

Характерная особенность ландшафтов – чередование березовых криволесий и редколесий, кустарничковых и кустарничково-лишайниковых тундр и бугристых и лапландских аапа болотных комплексов. Типология растительных сообществ для легенды карты выполнена с учетом результатов эколого-флористической классификации и кластеризации сообществ тундр, березовых криволесий и болот области [5; 6; 7; 14], а также с использованием литературных данных [17; 10; 1; 13; 12; 9].

Березовые криволесья и редколесья в районе ключевого участка образуют северную границу древесной растительности. Преобладают следующие типы:

- **березовые криволесья и редколесья воронично-кладониевые** (асс. ***Parvo-Betuletum cladinosum*** [1], ***Empetrum - Cladina*** birch forest type [14]) обычны и широко распространены на повышенных элементах рельефа, на склонах моренных холмов. Древесный ярус разреженный, сомкнутость 0.1-0.2, составлен березой Черепанова, кустарниковый ярус из ерника и можжевельника, напочвенный покров мозаичный, абсолютные доминанты, лишайники группы ягелей (*Cladonia stellaris, C. arbuscula, C.*

rangiferina) и вороника, создают характерный аспект сообществ – серовато-белый с вкраплениями темно-зеленых пятен.

- березовые криволесья воронично-зеленомошные (асс. ***Betuletum empetrosum*** [17], ***Sparse-Betuletum empetro–myrtillosum*** [1], ***Betuletum empetro–hylocomiosum*** [16], ***Empetrum – Hylocomium*** birch forest type [14]) на склонах разной крутизны лесотундровых возвышенностей (варак), в более оснеженных и менее экспонированных к ветру элементах ландшафта, чем воронично-кладониевые березовые криволесья. Также один из наиболее широко распространенных типов сообществ в районе исследований. Древесный ярус сомкнутостью 0.3–0.4, составлен березой Черепанова высотой до 3–5 м, саблевидной, кривоствольной, многоствольной формы, с примесью прямоствольных форм березы пушистой. В кустарничковом ярусе преобладают вороника, голубика, брусника, постоянно встречаются золотарник, луговик извилистый, а также виды, составляющие «свиту ели» в северной тайге, – седмичник, грушанки круглолистная и малая, линнея северная. В мохово-лишайниковом ярусе преобладают зеленые мхи рода *Dicranum, Pleurozium schreberi* и печеночники (наиболее обычны *Barbilophozia hatcheri, Ptilidium ciliare*), а также лишайники р. *Cladonia, Peltigera, Nephroma arcticum и Cetraria islandica*.

- березовые криволесья деренно-черничные зеленомошные (асс. ***Betuletum cornoso–myrtillosum*** [17; 1]), ***Betuletum cornosum*** [10], ***Cornus–Empetrum–Myrtillus***– и ***Cornus–Myrtillus***-type [12], ***Empetrum – Cornus*** birch forest type [14]) в нижних участках и в перегибах склонов, в озерных и речных долинах и в неглубоких складках и на уступах холмистой равнины, в более оснеженных зимой и более низких по абсолютным высотам местообитаниях, чем лишайниковые и воронично-зеленомошные березовые криволесья. Древесный ярус сомкнутостью 0.4−0.6, высотой 5–7 м, в травяно-кустарничковом ярусе доминируют черника и дерен шведский, постоянно встречаются вороника, седмичник, луговик извилистый, марьянник луговой, золотарник, нередко значительная доля пятен мезофильного разнотравья и папоротников (герань лесная, голокучник Линнея, кочедыжник). Мохово-лишайниковый ярус фрагментарный, в нем наиболее обычны мхи рода *Dicranum, Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi* и печеночники (*Barbilophozia hatcheri*), а также лишайники рода *Cladonia, Peltigera, Nephroma arcticum*.

- березовые криволесья и редколесья травяно-кустарничковые зеленомошные с можжевельником на ровных, хорошо дренированных, приподнятых участках поймы Териберки. Такие сообщества довольно характерны для пойм рек области, хотя нигде не занимают больших площадей. Сомкнутость древесного яруса невысокая (0.1), можжевельник в кустарниковом ярусе до 30 %. В травяно-кустарничковом ярусе соседствуют обычные лесные виды (вороника, черника, луговик извилистый) с психро- и ксеро-мезофильным низкотравьем (белоус, кошачья лапка, золотая розга).

- березовые криволесья разнотравные нечасто и фрагментами встречаются в районе исследований вдоль ручьев. Включают в себя асс. ***Geranium sylvaticum*** **reicher Wiesenbirkenwald** и ***Solidago virga-aurea*** **reicher Wiesenbirkenwald** [11], ***Geranium sylvaticum*** **reicher Birkenwald** [15], ***Betuletum herbosum*** и ***Betuletum melicosum*** [10], ***Magno-Betuletum mixto-herbosum*** [1], ***Betuletum geraniosum subalpinum*** [16], **Subalpine meadow birch forest**–type и **Subalpine meadow-heath birch forest**–type [12]. Древостой из березы пушистой и березы Черепанова, с примесью рябины, сомкнутостью 0.3–0.7, высотой 3–7 м, в кустарниковом ярусе ерник, можжевельник, ивы сизая, лопарская, филиколистная. В напочвенном покрове преобладают виды мезофильного разнотравья и злаки – душистый колосок, луговик, герань лесная, купальница, бодяк разнолистный, горькуша, фиалка двуцветная, белоус, встречаются обычные лесные виды – черника, вороника, хвощ лесной, дерен шведский и высокие папоротники. Моховой покров развит слабо.

- березовые леса и ивняки злаково-высокотравные пойменные. встречаются на ровных участках поймы р. Териберки и на речных островах. Древесный ярус сомкнутости 0.2−0.6, высотой 5−7 м, помимо березы пушистой в нем встречаются древесные ивы: северная и филиколистная. Видовое разнообразие травяного яруса очень велико (20 и более видов на

пробную площадь), преобладает мезофильное разнотравье (герань лесная, таволга, щавель, княженика и др.) и злаки (вейник наземный, душистый колосок, овсяница красная и др.), постоянно встречаются обычные лесные виды (бор развесистый, дерен шведский, седмичник) и высокие папоротники.

Тундровые сообщества в южной части ключевого участка (к югу от озер Нижний и Верхний Косъявр), встречаются спорадически как элемент высотной поясности, на вершинах холмов и возвышенностей (выше 250 м н.у.м.), но на северо-востоке, на водоразделе между реками Териберка и Воронья, тундры абсолютно преобладают. Их синтаксономическое разнообразие невелико, наиболее типичными являются:

- **кустарничково-лишайниковые тундры** (асс. ***Empetro–Betuletum nanae*** Nordh. 1943). Кустарничковый ярус составлен вороникой, арктоусом и простратной формой ерника, с участием луазелеурии простертой. Моховый покров почти не развит, среди лишайников абсолютно доминируют представители р. *Cladonia, Flavocetraria* и *Cetraria islandica*. Сообщества занимают малоснежные и бесснежные местообитания на вершинах, в них выражено пятнообразование. Стравливание оленями умеренное, но очень высока опасность воздействия огня: пожар в жаркую и ветреную сухую погоду полностью уничтожает кустарничково-лишайниковые тундры (рис. 8).

- **кустарничково-зеленомошные тундры** (асс. ***Phyllodoco-Vaccinietum myrtilli*** Nordh. 1943). Сообщества составлены вороникой, черникой и простратной формой ерника, но в них возрастает роль мохообразных р. *Dicranum, Pleurozium schreberi, Ptilidium ciliare*, а среди лишайников обычны представители р. *Cladonia*. Сообщества занимают более оснеженные зимой местообитания, широкой полосой опоясывают нижние части склонов холмов, возвышенностей, занимают складки микро- и мезорельефа на вершинах.

- **крупноерниковые кустарничково-зеленомошные тундры** (безранговый тип *Vaccinium myrtillus* reiches Zwergbirkengebüsch [15] союза ***Phyllodoco-Vaccinion myrtilli***, синтаксономический статус нуждается в уточнении). Сообщества с выраженной двухъярусной структурой, в кустарниковом ярусе преобладают ерник и ивы (*Salix glauca, S. lapponum*), в напочвенных ярусах – вороника, черника и зеленые мхи. Фрагменты крупноерниковых тундр чередуются с сообществами предыдущего типа в тех же местообитаниях, но наиболее обычны крупноерниковые тундры на окрайках мелкобугристых грядово-мочажинных комплексов, и в них также развит мелкобугорково-кочковатый микрорельеф.

- **приснеговые мелкотравно-ивковые тундры**, комплекс из белоусовых луговин (асс. ***Carici bigelowii-Nardetum strictae*** (Samuelsson 1916) Nordh. 1936) и ивково-моховых сообществ (асс. ***Cassiopo-Salicetum herbaceae*** Nordh. 1936). Небольшие по площади и нечастые комплексы монодоминантных группировок из белоуса (*Nardus stricta*) и сообществ из ивки *Salix herbacea*, *Sibbaldia procumbens*, *Harrimanella hypnoides*, мохообразных (*Kiaeria* sp., *Gymnomitrion* spp.) в депрессиях и бессточных ложбинах, где снег тает в конце июня.

Болота занимают значительную площадь в районе ключевого участка. Наиболее распространены следующие типы:

- **мелкобугристо-грядово-мочажинный комплекс** встречается повсеместно, как в пределах березовых криволесий, так и в тундрах. На кустарничково-мохово-лишайниковых буграх (асс. ***Rubo chamaemori–Caricetum rariflorae*** (Regel 1923) Koroleva 2006) высотой 0.5-1 м, диаметром 0.7-2 м и грядах обычны морошка, подбел, вороника, зеленые мхи, лишайники р. *Cladonia*. Отмечено мерзлое ядро на глубине 15-20 см. В обводненных мочажинах на периферии растут пушица *Eriophorum polystachion*, осоки *Carex rostrata, C. rariflora, C. rotundata*. При зарастании неглубоких обширных обводненных мочажин образуются осоково-пушицевые ковры, с несомкнутым покровом мхов р.*Sphagnum*, *Drepanocladus* s.l. Мелкобугристый комплекс (часто вместе с крупноерниковыми сообществами) образует периферию болота.

- **травяно-кустарничковые склоновые болота** широко распространены на склонах возвышенностей, здесь также обычно выражен регулярный мелкобугристый микрорельеф.

Помимо видов, обычных для бугров и гряд, встречаются виды мезофильного разнотравья (герань лесная, бодяк разнолистный, купальница, горькуша).

- **приручьевые заболоченные ивняки** (***Salix – Comarum – Ulmaria*** – Soz. [13], ***Salicetum ulmariosum alpicolum*** [16] обычны на склонах возвышенностей, вдоль ручьев и проток на грядово-мочажинных болотах. Ярус кустарниковых ив (*Salix lapponum, S. glauca*) и ерника несомкнут, кустарничково-травяный ярус из высоких осок, разнотравья (*Filipendula ulmaria, Comarum palustre, Cirsium heterophyllum, Trollius europaeus*), моховой покров из сфагновых и зеленых мхов.

Луга не встречаются в районе исследований, синузия мезофильного разнотравья является компонентом некоторых склоновых и приручьевых болот.

Комплексы и сочетания в растительном покрове ключевого участка. Поскольку для области в целом и для ключевого участка в частности характерна значительная расчлененность рельефа, что определяет гетерогенность растительного покрова, была предложена типология комбинаций растительных сообществ. Наиболее распространены в районе исследований следующие редколесно-болотные, тундрово-болотные и тундровые сочетания и комплексы. (К **комплексам**, которые включают и экологические ряды, мы относим закономерно повторяющиеся комбинации растительных сообществ, **сочетания** представляют собой комбинации комплексов, а также комплексов и сообществ).

Тундровый микропоясный экологический ряд на катене (топографическом градиенте от вершины холма к бессточной ложбине) на холмисто-грядовой возвышенной равнине (рис. 2) представлен кустарничково-лишайниковыми тундрами на вершине, кустарничково-зеленомошными тундрами на склоне и мелкобугристым кустарничково-мохово-лишайниковым болотом в сочетании с мелкобугристо-грядово-мочажинным болотом в ложбине. Элементы комплекса небольших и средних размеров (десятки и сотни кв. м), комплексы – средних и крупных размеров, переходы между компонентами ряда как постепенные, так и отчетливые.

Тундровый сетчатый и микрополосчатый ряд состоит из чередующихся фрагментов кустарничково-зеленомошных и кустарничково-лишайниковых сообществ на платообразных вершинах возвышенного плато и отдельных возвышенностей (рис. 3), чередование фрагментов определяется перераспределением снежного покрова. Основные черты: небольшие размеры и отчетливая физиономическая дифференциация элементов, средние и крупные размеры самих комплексов.

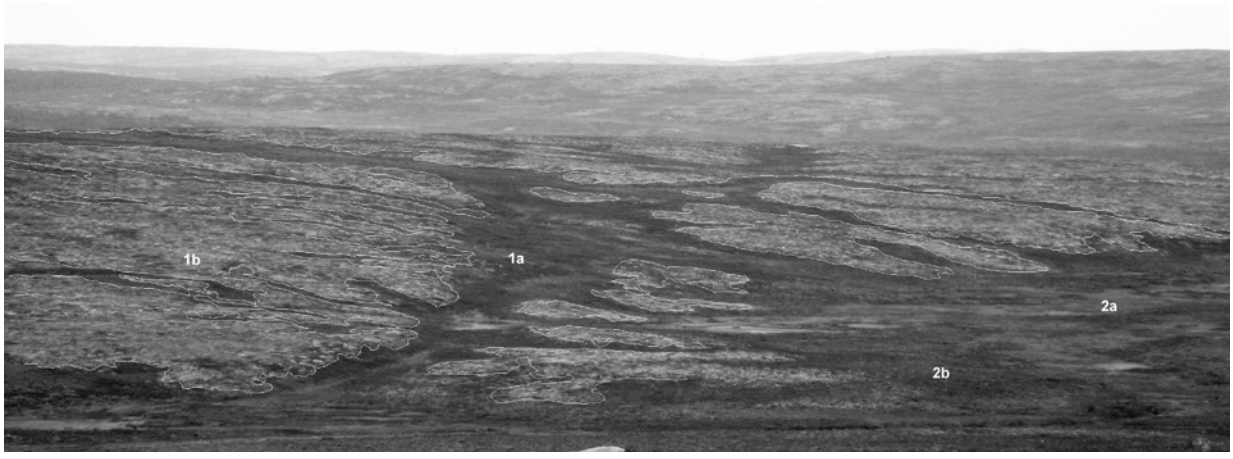


Рис. 3. Элементы **(1)** микрополосчато-сетчатого тундрового комплекса

Примечание: 1a: кустарничково-зеленомошные сообщества асс. ***Phyllodoco-Vaccinietum myrtilli***, **1b**:кустарничково-лишайниковые сообщества асс. ***Empetro-Betuletum nanae*** в сочетании с **(2)** микрополосчатым рядом на бессточной катене, **2a:** мелкобугристым кустарничково-мохово-лишайниковым болотом и **2b**: мохово-осоковым топяным болотом

Тундровый микрополосчатый ряд вдоль небольшого (иногда временного) водотока (рис. 3) включает те же компоненты, что и предыдущий: на перегибе (вершине, гребне, участке плато) кустарничково-лишайниковые сообщества сменяются кустарничково-

зеленомошными на склоне. На дне ложбины развиты приручьевые заболоченные ивняки (иногда с отдельными березами Черепанова) в сочетании с мелкобугристыми болотами. В вершине долина встречаются приснеговые мелкотравно-ивковые тундры, иногда вокруг длительно нетающего снежника. Элементы комплекса вытянуты вдоль склона, в пределах комплекса – значительный перепад высот.

Болотные мезокомбинации (болотные массивы). 1. Грядово- и мелкобугристо-мочажинные (рис. 4), грядово-ковровые (рис. 5) болота в сочетании с крупноерниковыми и мелкобугристыми кустарничково-мохово-лишайниковыми окрайками, с озерками и протоками, расположенные в крупных депрессиях между возвышенностями, в пределах лесотундровых криволесий и мелколесий. Для кустарничково-мохово-лишайниковых сообществ окрайки (иногда большой площади) характерен регулярный мелкобугристо-кочковатый микрорельеф и различия в видовом составе на буграх и в понижениях (рис. 6). Болотные массивы занимают сотни и тысячи кв.м, для них характерны небольшие перепады высот между элементами (метры) и отчетливая дифференциация элементов от центра к окраине.

2. Склоновые мелкобугристые травяно-кустарничковые болота в сочетании с приручьевыми заболоченными ивняками встречаются, как в тундрах, так и в березовых криволесьях. Основные черты – небольшие размеры элементов и всего комплекса, нерезкие границы между элементами комплекса с окружающими сообществами тундр и криволесий.

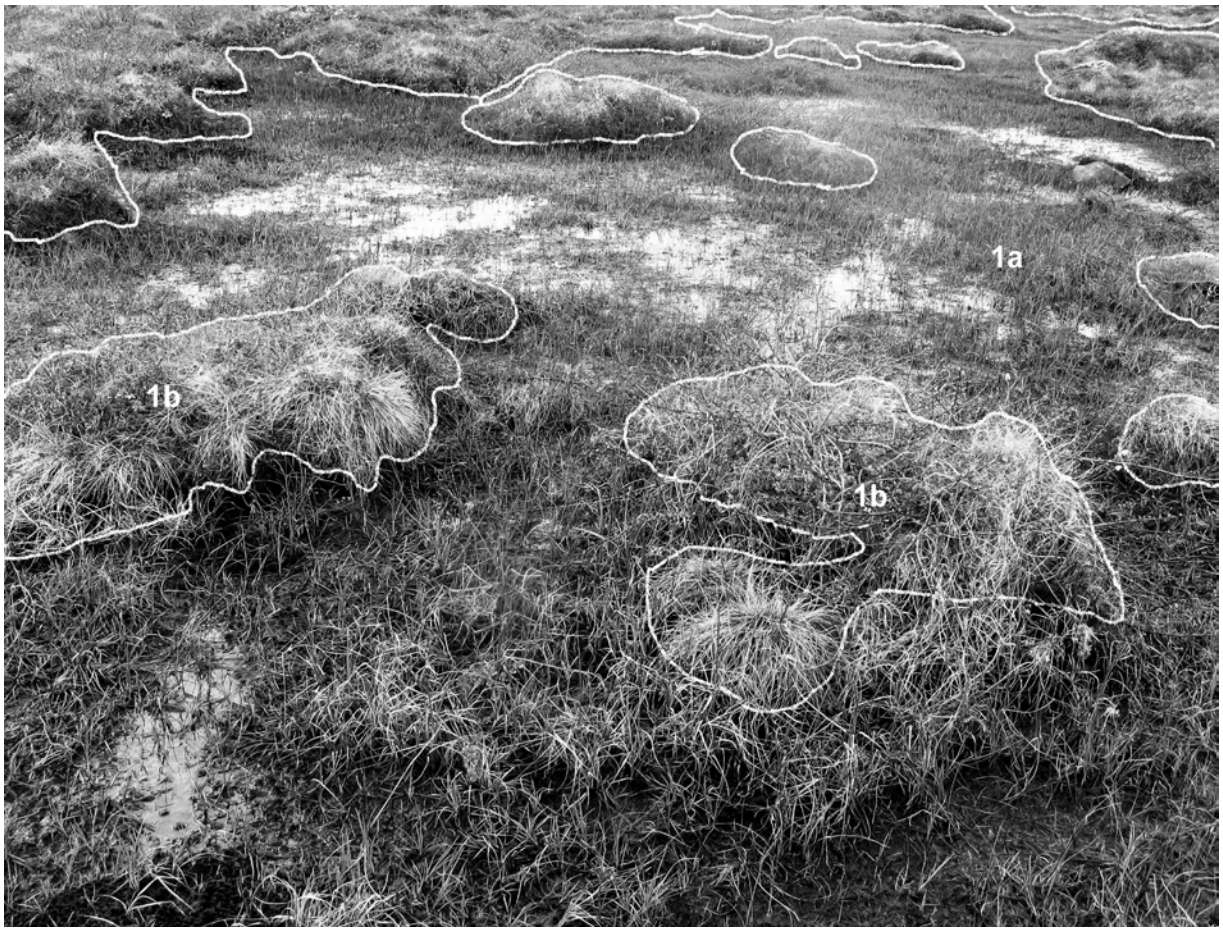


Рис. 4. Элементы мелкобугристо-мочажинного комплекса

Примечание: **1a**: пушицево-осоковые сообщества обводненных мочажин, **1b**: кустарничково-пушицевые сообщества бугров, асс. ***Rubo chamaemori–Caricetum rariflorae***

Рис. 5. Элементы мелкобугристого грядово-топяного комплекса

Примечание: **1c** – морошково-кустарничковые сообщества асс. ***Rubo chamaemori–Caricetum rariflorae*** на буграх высотой 0.5-1 м, до нескольких м в диаметре, **1b** – пушицево-осоковые ковровые топяные сообщества в сочетании с **1a** – мелкобугорково-кочковатыми сухими ерниково- и кустарничково-лишайниковыми сообществами окрайки

Рис. 6. Элементы редколесно-болотного сочетания комплексов

Примечание: 1a: кустарничковое березовое редколесье и **1b**: кустарничково-лишайниковые мелкобугристо-кочковатые сообщества окрайки грядово-мочажинного болота

Полосчатый крутоступенчатый лесотундровый ряд склонов и уступов тектонических долин-ущелий и возвышенной равнины. Ряд нечасто встречается в районе

исследований, он более характерен для западной части области, отличается неправильным рисунком расположения компонентов и подчеркивает геоморфологическое сходство зональной и горной лесотундры Мурманской области. Состав растительности на аккумулятивной части самый разнообразный и зависит как от поверхности базиса денудации, так и от состава обломочного материала. Уступ долины обычно опирается на слабо разработанную речную пойму, и на нем располагаются фрагменты кустарничково-разнотравных либо крупнопапоротниковых скальных березовых криволесий. Основные черты: вытянутые вдоль крутого склона («сгущения горизонталей»), мелкие и некрупные размеры элементов и самих комплексов, значительные перепады высот в пределах комплекса.

Высотный лесотундровый поясный ряд на тектонических возвышенностях-выходах коренных пород и на высоких моренных холмах. В нижних частях склонов, сопряженных с долинами ручьев и рек, обычно располагаются деренно-черничные зеленомошные и воронично-зеленомошные березовые криволесья, выше их сменяют кустарничково-зеленомошные и кустарничково-лишайниковые тундры. Растительный покров на верхней выположенной (иногда платообразной) части склонов также неоднороден, и на его состав и структуру влияет перераспределение снега. Здесь выражен описанный выше **тундровый сетчатый и микрополосчатый ряд**. Основные черты высотного поясного ряда – крупный размер, устойчивый набор и порядок чередования элементов, различный характер границ между ними, значительный перепад высот в пределах всего комплекса и его элементов. Этот ряд выражен в «лесной» части лесотундры. В тундровых районах необходимо различать высотный (как элемент высотной поясности) и микрополосный топографический (как элемент дифференциации микро- и мезорельефа) ряды.

Сочетания комплексов и сообществ. Вследствие гетерогенности мезорельефа в лесотундре в районе исследований для растительного покрова характерно закономерное сочетание комплексов и их элементов (комбинации). При отображении участка на средне- и мелкомасштабной карте в качестве хорологической единицы может выступать **редколесно-болотное сочетание**. Наибольшую площадь в районе исследований занимают редколесно-болотные сочетания **мелкобугристых грядово-ковровых и грядово-мочажинных болот с мелкобугристыми крупноерниковыми и кустарничково-мохово-лишайниковыми окрайками и березовыми деренно-черничными зеленомошными и воронично-зеленомошными криволесьями** (рис. 7).

Рис. 7. Элементы редколесно-болотных сочетаний комплексов в лесотундре на севере Мурманской области

Примечание: 1: мелкобугристые грядово-мочажинные комплексы с безлесными сухими ерниково- и кустарничково-лишайниковыми сообществами окрайки, **2**: грядово-топяные комплексы на берегу озера, **3**: березовые кустарничково-лишайниковые редколесья из *Betula pubescens* ssp. *czerepanovii*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аврорин Н.А., Качурин М.Х., Коровкин А.А*. Материалы по растительности Хибинских гор // Тр. СОПС АН СССР. Сер. Кольск., 1936. Вып. 11. С. 3–95.

2. *Боброва Л.И., Качурин М.Х.* Очерк растительности Монче-тундры // Труды СОПС АН СССР, сер. Кольская, вып.2. М.−Л., 1936. С. 95−121.

3. *Грибова С.А., Исаченко Т.И.* Картирование растительности в съемочных масштабах // Полевая геоботаника, Т. IV. Л.: Наука, 1972. С. 137–334.

4. *Зайцева И.В., Кобяков К.Н., Никонов В.В., Смирнов Д.Ю.*. Коренные старовозрастные леса Мурманской области // Лесоведение, 2002, № 2. С. 15–23.

5. *Королева Н.Е*. Безлесные растительные сообщества побережья Восточного Мурмана (Кольский полуостров, Россия) // Растительность России. 2006. № 9. С. 20-42.

6. *Королева Н.Е*. Основные биотопы горных и зональных тундр Мурманской области// Вестник МГТУ, 2008, т. 11, № 3. С. 533–542.

7. *Королева Н.Е*. Основные биотопы северо-таежных лесов и березовых криволесий Мурманской области: ландшафтное и ботаническое разнообразие, основания для охраны // Вестник МГТУ, 2011, т. 14, № 4. С.819–832.

8. *Некрасова Т. П*. Очерк растительности Лапландского заповедника // Тр. Ленингр. о-ва естествоиспыт. 1935. Т. 64. Вып. 2. С. 239–272.

9. *Нешатаев В.Ю*. Березовые криволесья юго-восточной части Чуна-тундры. // Флора Севера и растительные ресурсы европейской части СССР. Тез. докл. научной сессии. Архангельск, 1989. С. 96.

10. *Цинзерлинг Ю.Д.* География растительного покрова северо-запада Европейской части СССР. Л.: изд-во АН СССР. 1934. 378 с.,

11. *Fries T. C. E.* Botanische Untersuchungen im nőrdlichsten Sweden // Vetensk. och Praktiska Unders. i Lapland. 1913. 361 p.

12. *Hämet-Ahti L*. Zonation of the mountain birch forests in northernmost Fennoscandia // Ann. Bot. Soc. ‘Vanamo’. 1963. T. 34. N. 4. 127 p.

13. *Kalliola R*. Pflanzensoziologische Untersuchungen in der alpinen Stufe Finnisch Lapplands // Ann. Bot. Soc. Zool. – Bot. ‘Vanamo’. 1939. Bd. 14. 321 S.

14. *Koroleva N.E*. Mountain Birch Forests of Murmansk Province, Russia // Skograektarritith. 2001. P. 137-143.

15. *Nordhagen R.* Die Vegetation und Flora des Sylenegebietes. I. Die Vegetation // Skr.Norske Vidensk. Selsk. I. Mat.-Naturvid. Kl. 1927 (1). Oslo, 1928. 611 p.

16. *Nordhagen R*. Sikilsdalen og Norges Fjellbeiter // Bergens Mus. Scr. 1943. T. 22. 607 S.

17. *Regel K*. Die Pflanzendecke der Halbinsel Kola // Memories de la faculte des sciences de l’universite de Lithuanie. Tail 2. Lapponia Ponoensis, 1922. 1923. S. 164–293.

MAJOR VEGETATION COMPLEXES ON THE FOREST-TUNDRA ZONE IN THE MIDDLE FLOW TERIBERKA RIVER (MURMANSK REGION)

© 2012 N.E. Koroleva [1], A.R. Loshkareva [2]

[1] Avrorin` Polar-Alpine Botanical Garden-Institute of the Kola Science Center RAS, Kirovsk
[2] Lomonosov' Moscow State University, Moscow

Major tundra, forest-tundra, mires complexes in forest-tundra zone in the middle flow of Teriberka river are described and illustrated.

Key words: *forest-tundra, tundra, wetlands, vegetation complexes, mapping, Murmansk Region*

УДК 630*11:630*181:630*182.3+681.3

ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ НА ОСНОВЕ ГИС

© 2012 В.А. Рыжкова, И.В. Данилова, А.А.Онучин

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск

В статье дан обзор подходов разных исследователей к разработке системы лесорастительного районирования. Различия подходов сводятся к выбору главного критерия при выделении однородной территории - признаки растительного покрова или параметры факторов среды. Субъективность метода районирования по совокупности качественных признаков приводит к существенным отличиям результатов, полученных разными исследователями на одну и ту же территорию. Предлагается подход, позволяющий на основе количественных характеристик географической среды (климат, рельеф, почва) посредством ГИС-технологий обеспечить процесс объективного выделения или уточнения пространственных границ лесорастительного районирования разных уровней, а также более детальной классификации лесорастительных условий для разработки на этой основе геоботанических карт.

Ключевые слова: *единицы лесорастительного районирования, геоморфологический комплекс (ГМК) лесорастительных условий, цифровая модель рельефа местности (ЦМР), климатические данные, ГИС-технологии*

Идея о необходимости лесорастительного районирования впервые была высказана в начале прошлого века в трудах Г.Н.Высоцкого (1908-1915), П.Н. Крылова [9], Г.Ф.Морозова (1909, 1914). Проблема возникла из потребностей практики по освоению природных ресурсов, в частности, порайонной специализации лесного хозяйства и необходимости в связи с этим районирования лесной растительности, что невозможно без учета природных особенностей территории.

В последующие годы этот вопрос активно разрабатывался, в литературе подробно описаны теоретические подходы, положенные в основу выделения территориальных единиц растительного покрова, а также примеры разработки систем геоботанического, лесорастительного, лесохозяйственного и других видов районирования [21,5,8,19,16,10]. Хотя все они, по мнению большинства авторов, в конечном счете, являются отраслевыми вариантами **комплексного** физико-географического районирования, в основу которого положены закономерности пространственного размещения растительности, различия подходов сводятся к выбору главного критерия при выделении однородной территории.

В этой связи представляет интерес высказывание В.П.Кутафьева: «Лесорастительное районирование является **комплексным** природным не потому, что проводится **по комплексу признаков**, а потому, что через растительность проявляется вся совокупность ландшафтообразующих факторов. Проведение **районирования по комплексу факторов практически невозможно**, так как любой из них может быть то главным, то второстепенным» [11, стр. 165-166].

Разработке принципов лесорастительного районирования и обоснованию системы его таксономических единиц посвящено много работ, в таблице 1 приведены некоторые примеры, демонстрирующие разные варианты решения этой проблемы.

Геоботаническое районирование СССР [3], построено на учете признаков самого растительного покрова, а не условий его существования. По мнению авторов, оно является именно ботаническим районированием, а не общим физико-географическим, но при этом выявляются особенности растительного покрова, которые определяются климатом, историей развития растительного покрова и геоморфологическими условиями.

Рыжкова Вера Александровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории геоинформационных систем. E-mail: vera@ksc.krasn.ru; *Данилова Ирина Валерьевна*, научный сотрудник лаборатории геоинформационных систем. E-mail: tiv80@ksc.krasn.ru; *Онучин Александр Александрович*, доктор биологических наук, заведующий лабораторией лесоведения. E-mail: onuchin@ksc.krasn.ru

Таблица 1. Единицы лесорастительного районирования и критерии их выделения

Авторы	**Критерии лесорастительного районирования**	**Единицы районирования**				
		Группа провинций	**Провинция**	**Под-провинция**	**Округ**	**Район**
Крылов П.Н., 1919	Климат, орография, геоисторические условия	Климат (область)	«Устройство земной поверхности», геоисторические условия			
Геоботан. районирование СССР, 1947	Признаки растительного покрова, а не условий среды	климат			геоморфология	
			Видовой состав эдификаторов		Почвенно-геоморфолог. факторы	
Шумилова Л.В., 1949; 1962	Географические и топологические закономерности в растительном покрове	Палеогеографические данные	Геоморфология, климат		Рельеф, климат, почвенно-грунтовые условия	Рельеф, микроклимат, почвы
Сочава В.Б., 1952	Территориальная структура растительного покрова	Климат			Геоморфология	
Колесников Б.П., 1955	Типологический состав и характер физико-географических и факторов	Климат	*Не выделяются*		Геоморфология	Однородные сочетания типов леса
Крылов Г.В., 1960	Породный и типологический состав, обусловленный геоисторическими причинами	Палеогеографические данные	Сочетание классов и групп типов леса, обусловленное степенью континентальности климата**,** эдафической и генетической однородностью			Сочетание типов леса на сходных геоморф. профилях
Курнаев С.Ф., 1973	Лесная растительность и условия ее существования	Климатические условия **(**зимний термический режим)			Эдафические условия	Типологический состав
Смагин В.Н. и др., 1977	Лесорастительные условия, отраженные в территориальных комплексах типов леса	Климат	Климат, литология, орография			
		Степень континентальность климата	Спектры зонально-провинциальных комплексов типов леса (ЗПК)		зонально-провинциальный комплекс типов леса	Однородный неполночлен-ный вариант ЗПК
Коротков И.А. 1994	Хорологическое и функциональное единство лесных биогеоценозов и их территорных комплексов	Континентальность климата. Тип рельефа	Зонально-провинциальный комплекс типов леса		Подзонально-провинциальный комплекс типов леса	Ландшафтный ряд типов леса

По мнению Л.В.Шумиловой [22,23] в основе районирования лежат географические и топологические закономерности в растительном покрове. В трактовке Г.В. Крылова [8] лесорастительное районирование – разделение территории на однородные по породному и типологическому составу части, обусловленное геоисторическими причинами. Б.П. Колесников [5] под лесорастительным районированием понимает расчленение территории на части, качественно однородные по типологическому составу лесного покрова и по характеру физико-географических и биотических факторов. С.Ф. Курнаев [10] дает более общее определение: лесорастительное районирование есть деление территории по характеру лесной (или просто древесной) растительности и условиям ее существования. По его мнению, лесорастительное районирование ближе всего к геоботаническому, поскольку геоботаника рассматривает растительность во взаимосвязи с условиями ее существования.

В.Б. Сочавой [18] предложено выделение трех порядков геоботанического районирования в зависимости от масштаба: районирование 1-го порядка заключается в разделении территории на пояса, области и зоны; 2-го порядка - выделение подзон, провинций, подпровинций и округов; 3-го порядка – разделение округов на более дробные

территориальные единицы. В трактовке В.В. Смагина [17] под лесорастительным районированием понимается классификация территорий по природным (почвенно-климатическим) условиям, отраженным в территориальных комплексах типов леса.

Таким образом, различия подходов разных исследователей сводятся к выбору главного критерия при выделении однородной территории на разных уровнях - признаки растительного покрова или параметры факторов среды.

Основным общепризнанным недостатком методик районирования, по мнению В.Б.Сочавы, является субъективность подхода, особенно, когда районирование ведется по совокупности визуально оцениваемых признаков без применения количественных методов и исследователь пытается интегрировать отдельные качественные показатели, характеризующие районируемую территорию. Результатом нередко являются существенные отличия карт, составленных разными исследователями на одну и ту же территорию.

Одним из путей решения этой проблемы является разработка методик районирования на основе ГИС. Интересные результаты получаются при автоматизированных классификациях различных характеристик факторов среды с использованием ЦМР, в результате чего можно выделить территориальные единицы, гомогенные в отношении ряда заданных показателей, сведя при этом к минимуму субъективный фактор.

Целью нашей работы является разработка подхода, позволяющего объективизировать процесс лесорастительного районирования и классификации (на более детальном уровне) лесорастительных условий для создания природной основы для картографирования растительного покрова. Первоочередной задачей является разработка методики автоматизированного выделения пространственных границ таксономических единиц разных уровней на основе сопряженного анализа ЦМР и наземных данных.

Растительный покров формируется под влиянием большого числа факторов (климатических, эдафических, биотических, факторов исторического порядка и других), климатический является одним из главных и наиболее общим. Влияние климата настолько велико, что до известных пределов подчиняет себе влияние других факторов.

Деление территории нашей страны в лесорастительном отношении по зональному принципу впервые было предложено В.Н. Сукачевым [21]. Большинством исследователей наряду с признанием широтных зон отмечается меридиональная обособленность отдельных территорий, связанная с рельефом, степенью континентальности климата и историей формирования. Границы зон и подзон не проходят по какой-либо параллели, а изменяются в зависимости от сочетания тепла и влаги, степени континентальности климата и характера рельефа, при этом могут выделяться фрагменты зон и подзон [8,10].

Широтно-климатическое, то есть зональное расчленение территории является общепризнанным, но даже здесь не наблюдается однозначности в проведении пространственных границ.

В качестве объекта исследования была выбрана территория южной части Приенисейской Сибири. По характеру рельефа она отчетливо разделяется на две части: Западно-Сибирская равнина и Средне-Сибирское плоскогорье и характеризуется своеобразной биоклиматической зональностью, которая выражается в несплошном распространении природных зон, что связано со сложным характером распределения здесь температур и осадков, а это во многом зависит от характера рельефа [1].

Климат южной части Приенисейской Сибири характеризуется значительной степенью континентальности, возрастающей по мере продвижения с запада на восток. В этом же направлении уменьшается и влагообеспеченность территории.

Для оценки и анализа особенностей пространственной изменчивости климатических характеристик применяются математические модели, в качестве аргументов в которых используются топографические и другие физико-географические характеристики территории [4,14].

На территорию исследования на основе экспериментальных данных разработаны модели, отражающие зависимость среднегодовой величины атмосферных осадков от

параметров рельефа и экспонированности ландшафтов влагонесущим воздушным массам. Исходными данными для множественного регрессионного анализа служили точечные значения атмосферных осадков, взятые из справочников [20] и измеренные на снегомерных пунктах, абсолютная высота местности и расстояние до орографических барьеров. На основе ЦМР и полученных моделей сгенерирована карта среднемноголетнего распределения годовых атмосферных осадков южной части Приенисейской Сибири.

Пространственно-временная модель изменения температур воздуха в Центральных районах Красноярского края [14], свидетельствует, что в изменении среднемесячных температур воздуха наиболее выражена радиационная составляющая, которая зависит от времени года, географического местоположения и абсолютной высоты местности. На основе данной модели получена карта средних температур воздуха для июля, когда наблюдается пик вегетации.

Неуправляемая классификация двухслойного изображения (среднемноголетнего распределения атмосферных осадков и температур воздуха июля) выполнялась с использованием метода ISODATA [24]. В результате были выделены классы расчленения земной поверхности по климатическим показателям и проведена их тематическая интерпретация с использованием различных схем природного районирования [1,7]. Полученные классы идентифицированы как фрагменты зон и подзон: южная и северная лесостепь, подтайга, южная тайга. Они отражают характерные особенности и сложность природных условий рассматриваемой территории, выражающиеся в несплошном распространении отдельных природных зон, в отклонении простирания некоторых из них от широтного к субмеридиональному. Результаты хорошо согласуются со схемой природного районирования М.П. Брицыной, метод даже позволил выделить островные лесостепные и степные участки Красноярской и Канской лесостепи.

Большинство авторов при районировании ограничивалось уровнем зон, подзон, округов, более дробная систематизация как правило не проводится. Хотя еще Г.Н. Высоцкий писал о перспективности развития учения об условиях мест произрастания (фитотопологии) для выделения естественных районов и их детального изучения, как в интересах чистого знания, так и рациональной порайонной организации хозяйств.

Развитием следующего более детального уровня этого направления исследований можно считать работы Б.П. Колесникова [5,6], в частности, по классификации кедровых лесов Дальнего Востока. В его географо-генетической классификации лесов важное место отводится систематизации лесорастительных условий. Б.П. Колесниковым была разработана система единиц классификации лесорастительных условий, сопряженная с классификацией лесной растительности. На этом уровне рельеф является ведущим фактором выделения единиц расчленения растительного покрова. Высшей единицей классификации лесорастительных условий выступает геоморфологический комплекс (ГМК) лесорастительных условий, представляющий собой участки, однородные по соотношению форм мезорельефа, интервалу высот над уровнем моря и степени расчлененности поверхности.

На примере тестовой территории разработана и апробирована методика формирования карт лесорастительных условий на основе сопряженного анализа цифровой модели рельефа местности и материалов наземных исследований. С использованием ЦМР построены обобщенные топографические профили, отражающие геоморфологические особенности территории. На основе профилей и ландшафтных карт [12,13] проанализировано разнообразие геоморфологических условий и выделены участки**,** относительно однородные по характеру рельефа (по соотношению форм мезорельефа, интервалам абсолютных высот и степени расчлененности поверхности), соответствующие видам ландшафтов или их сочетаний. Определено предварительное количество классов для неуправляемой классификации ЦМР.

Для выделения пространственных границ классов проведена классификация двухслойного изображения (абсолютная высота и уклон поверхности) стандартным методом

ISODATA, в результате выделены классы расчленения земной поверхности, относительно однородные по морфометрическим параметрам рельефа.

Согласно Б.П. Колесникову лесорастительные условия характеризуются комплексом природных факторов (климатических, орографических, почвенно-гидрологических). Поэтому далее была проведена экспертная классификация двух полученных ранее растровых слоев (природно-климатических зон и подзон и классов расчленения земной поверхности по морфометрическим параметрам), в результате выделено 10 новых классов, которые интерпретированы как геоморфологические комплексы лесорастительных условий (таблица 2). По объему и содержанию эти единицы предположительно сравнимы с лесорастительными районами (иногда округами). Для примера в таблице 3 представлены характеристики двух ГМК лесорастительных условий с учетом геоморфологии, зональных типов почв и растительности.

Таблица 2. Морфометрические параметры ГМК лесорастительных условий

Параметры полученных классов						
Номер класса ГМК	**Интервал абсолютных высот (Н), м**	**Среднее значение Н, м**	**STD H**	**Крутизна склонов**		
				Интервал	**Среднее значение**	**STD**
I	184-225	204.8	20.74	0.08-2.66	1.37	1.29
II	241-273	257.15	16.25	0.46-2.12	1.29	0.83
III	203-268	235.83	32.45	0.00-6.29	3.13	3.16
IV	296-337	316.4	20.9	0.57-2.95	1.76	1.19
V	320-409	364.27	44.51	1.30-7.42	4.36	3.06
VI	158-269	213.6	55.72	0.00-4.70	2.19	2.51
VII	293-377	335.1	41.83	0.75-4.97	2.87	2.11
VIII	106-162	134.1	28.11	0.15-3.23	1.69	1.54
IX	473-561	516.63	43.96	1.66-6.80	4.23	2.57
X	208-269	238.45	30.8	1.06-3.27	2.16	1.11

Таблица 3. Лесорастительные условия и сопряженные с ними типы леса (восстановительные ряды лесной растительности)

Номер класса ГМК	Геоморфологические комплексы лесорастительных условий	Типы лесорастительных условий (по интервалам уклонов поверхности)	Типы леса (по Колесникову, 1956)
III.	Высокие (абс. выс.203-268 м) полого-увалистые или волнистые, увалистые и грядовые (приречные), денудационные, денудационно-эрозионные равнины, сложенные светло-бурыми и желто-бурыми облессованными делювиально-элювиальными средними и легкими пылевато-иловатыми глинами, на высоких и средних речных террасах легкими суглинками и супесями. Почвы темно-серые и серые лесные, местами выщелоченные черноземы, дерново-подзолистые и подзолистые.	0-1 1-3 3-5 >5	Сосняки рзн.-крупнотравные С. разнотравные С. брус.-разнотр. С. разн.-зеленом.
V.	Плато холмисто-грядовые, грядово-сопочные, расчлененные, склоны различной крутизны (Н=320-409 м), сложенные пролювиальными и делювиально-элювиальными бурыми и красно-бурыми щебнистыми тяжелыми суглинками и супесями. Почвы дерново-подзолистые (дерново-глубокоподзолистые), серые лесные глееватые.	0-1 1-3 3-5 >5	Пихт.-Еловые трав.-болот. Е-П. мелкотр-зеленом. Е-П трав-зеленом. Е-П зеленомошн.

Более детальные единицы лесорастительных условий выделяются в пределах каждого ГМК по интервалам уклонов и абсолютной высоте, в результате идентифицируются типы

лесорастительных условий (таблица 3). Полученная таким образом карта потенциальных лесорастительных условий является основой для картографирования лесного покрова.

Предложенный подход открывает большие возможности для объективизации и уточнения границ различных видов районирования территории. Учитывая схематичность разработанных ранее систем районирования, можно использовать данный метод для уточнения и детализации границ единиц районирования разных уровней, а также более детальной классификации лесорастительных условий для разработки на этой основе геоботанических карт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Брицына М.П., Галахов Н.Н., Любимова Е.Л., Лиханов Б.Н.* Схема природного районирования Красноярского края // Природное районирование центральной части Красноярского края и некоторые вопросы природного хозяйства. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 5-26.
2. *Галахов Н.Н*. Климат зоны травяных лесов и островов лесостепи Красноярского края // Природное районирование центральной части Красноярского края и некоторые вопросы природного хозяйства. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 5-26.
3. Геоботаническое районирование СССР / Под ред. Е.М. Лавренко. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1947. 152 с.
4. *Данилова И.В.* Моделирование пространственного распределения атмосферных осадков в южной части Приенисейской Сибири // Сборник трудов конференции молодых ученых КНЦ СО РАН. Красноярск, 2010. С. 39-41.
5. *Колесников Б.П.* Лесорастительное районирование Дальнего Востока и вопросы лесовосстановления и создания лесов защитного значения // Вопросы развития лесного хозяйства и лесной промышленности Дальнего Востока. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1955. С.46-68.
6. *Колесников Б.П*. Кедровые леса Дальнего Востока. М.-Л: Изд-во АН СССР, 1956. 263 с.
7. *Коротков И.А*. Лесорастительное районирование России и республик бывшего СССР // Углерод в экосистемах лесов и болот России. Красноярск, 1994. С. 29-47.
8. *Крылов Г.В.* Леса Сибири и Дальнего Востока, их лесорастительное районирование. М.-Л.: Гослесбумиздат, 1960. 156 с.
9. *Крылов П.Н*. Очерк растительности Сибири. Томск, 1919. 26 с.
10. *Курнаев С.Ф*. Лесорастительное районирование СССР. М.: Наука, 1973. 203 с.
11. *Кутафьев В.П.* Лесорастительное районирование Средней Сибири // Вопросы лесоведения. Т.1. Красноярск, 1970. С. 165-179.
12. Ландшафты юга Восточной Сибири. Масштаб 1:1 500000 / Отв. ред. В.Б.Сочава. Москва, 1977.
13. Ландшафтная карта СССР. Масштаб: 1:2 500 000 / Отв. ред. И.С.Гудилин. Москва, 1987.
14. *Онучин А.А., Буренина Т.А*. Моделирование пространственно-временного распределения осадков // Лесные экосистемы Енисейского меридиана. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. С. 50-54.
15. *Смагин В.Н., Ильинская С.А., Коротков И.А., Назимова Д.И., Новосельцева И.Ф., Чередникова Ю.С*. Лесорастительное районирование Сибири // Первое всесоюзное совещание по проблеме районирования лесного фонда СССР. Тезисы докладов. Красноярск, 1977. С.8-11.
16. *Смагин В.Н. Ильинская С.А., Назимова Д.И.* и др. Типы лесов гор Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 1980. 336 с.
17. *Смагин В.Н*. Принципы лесорастительного районирования и классификации типов леса // Современные проблемы лесной типологии. М.: Наука, 1985. С. 44-51.

18. *Сочава В.Б.* Основные положения геоботанического районирования // Бот. журн. Т. 37, № 3. 1952. С. 349-361

19. *Сочава В.Б.* Растительный покров на тематических картах. Новосибирск: Наука, 1979. 190с.

20. Справочник по климату СССР. Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров // Выпуск 21. Часть IV. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1969. 404 с.

21. Сукачев В.Н. Дендрология с основами лесной геоботаники. Л.: Гослестехиздат, 1938. 574 с.

22. *Шумилова Л.В.* О расчленение Сибири на ботанико-географические провинции // Вопросы географии Сибири. Сборник первый. Томск: Издание Томского госуниверситета, 1949. С. 157-198.

23. *Шумилова Л.В*. Ботаническая география Сибири. Томск: Изд-во Томского госуниверситета, 1962. 440 с.

24. *Richards J.A., Xiuping J.* Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction. Birkhduser, 2005, p. 439

FOREST VEGETATION ZONING AND SITE CLASSIFICATION USING GIS

© 2012 V.A. Ryzhkova, I.V. Danilova, A.A. Onuchin

V.N. Sukachev Institute of Forest, Siberian Branch, Russian Academy of Science, Krasnoyarsk

This paper is a r eview of approaches to forest vegetation zoning. Regarding uniform area selection, most approaches differ in major criterion, vegetation cover characteristics vs. environmental parameters. A zoning method based on qualitative characteristics is inherently subjective and thus the results obtained by this method for the same area markedly vary among forest zoning experts. A GIS-based approach is underway, which would enable to identify and to precisely determine boundaries forest zones of different levels, as well as to detail forest site classification for vegetation mapping purposes.

Key words: *forest vegetation zoning units, geomorphological complex (GMC) of site conditions, digital elevation model (DEM), climatic data, GIS-technologies*

Ryzhkova Vera Aleksandrovna, PhD in Biology, Senior Researcher of GIS Laboratory. E-mail: vera@ksc.krasn.ru; *Danilova Irina Valerievna*, Junior researcher of GIS Laboratory. E-mail: tiv80@ksc.krasn.ru; *Onuchin Aleksandr Aleksandrovich*, Doctor of Biology, Head of Forestry Laboratory. E-mail: onuchin@ksc.krasn.ru

ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ И ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 582.675.1: 581.4 (58.02)

ВНУТРИПОПУЛЯЦИОННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ *DELPHINIUM CRISPULUM* RUPR. ПО СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ НА ГУНИБСКОМ ПЛАТО

© 2012 Д.М. Анатов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Горный ботанический сад ДНЦ РАН, г. Махачкала

В статье представлены краткие результаты исследований внутрипопуляционной дифференциации *Delphinium crispulum* Rupr. на Гунибском плато в зависимости от типа фитоценоза. Показано, что формирование большой биомассы растениями в условиях сенокоса ведет к замедлению прохождения фаз развития и межфазных периодов репродуктивной сферы. Выявлено, что потенциальная семенная продуктивность цветоноса выше в условиях сильной фитоценотической конкуренции (сенокоса) и низкая в условиях интенсивной антропогенной нагрузки (пастбище), однако реальная семенная продуктивность, выраженная через процент завязываемых цветков выше у пастбищной популяции, что в конечном итоге способствует выравниванию общей семенной продуктивности *Delphinium crispulum* Rupr. в обоих фитоценозах.

Ключевые слова: *внутрипопуляционная изменчивость, Delphinium crispulum Rupr., семенная продуктивность, фитоценоз*

Одним из главных показателей жизнеспособности растений в различных условиях произрастания является семенная продуктивность, как составляющая репродуктивного процесса (Вайнагий, 1974). Степень жизнеспособности того или иного вида растения, его возобновление, распространение и ценотическая роль в значительной степени зависят от особенностей репродуктивной биологии видов. Поскольку репродукция комплексный процесс, состоящий из строго последовательных этапов, то и результат всего репродуктивного процесса зависит от успеха каждого отдельного этапа (Левина, 1981).

Репродуктивный процесс цветковых растений в различных фитоценозах слагается из общей приспособленности к абиотическим факторам среды, внутри- и межвидовой борьбой и выражается количественными показателями семенной продуктивности. Если для автогамных видов семенная продуктивность помимо выше перечисленных факторов ограничивается также индивидуальной, внутривидовой реализацией генетического потенциала и экологической адаптивностью, то для аллогамных видов дополнительным фактором выступает вероятностная компонента, т.е. зависимостью от полноты осуществления типа аллогамного размножения (анемофилия, энтомофилия, зоофилия и т.д.), т.е. зависят от присутствия внешних агентов. Согласно популяционно-генетической теории отбора (Грант, 1991), по которой селективная ценность эволюционного материала определяется количественной мерой в оставлении потомства, то генетическая компонента, роль которой для этих видов уменьшается от предгенеративного к конечному этапу формирования семенной продуктивности, и сводится к увеличению вероятностной компоненты на репродуктивные процессы за счет усиления конкурентных и адаптивных возможностей.

Морфогенетический процесс развертывания репродуктивных элементов, как известно, состоит из ряда дискретных фаз (от начала формирования соцветий до полного созревания семян), т.е. из цикла последовательных преобразований генеративных состояний за период времени, которые могут иметь количественный характер. Поэтому последовательность фаз формирующихся репродуктивных элементов (семязачатки, цветки, плоды, семена) имеет четкую количественную дискретность в онтогенезе, и ее реализация происходит под влиянием внутренних и внешних факторов развития.

Ярко выраженной группе аллогамных растений относятся узкоспециализированные энтомофильные виды. В этом плане для объективной оценки репродуктивной стратегии этих видов по количественным показателям семенной продуктивности, необходим комплексный анализ в различных фитоценотических условиях, а объекты, должны соответствовать двум

Анатов Джалалудин Магомедович, младший научный сотрудник, E-mail djalal@list.ru

условиям: а) относится к вегетативно неподвижным, единственным способом размножения в природе которых, является генеративное; б) облигатные аллогамы с ограниченным видовым составом насекомых опылителей. Данным требованиям полностью отвечают растения рода Живокость (*Delphinium* L.). В Дагестане род *Delphinium* L. представлен 13 видами (Димитрова, 1966; Галушко, 1978; Муртазалиев, 2009), которые играют существенную роль в растительных сообществах, могут нередко являться доминантами и важными эдификаторами. Основными опылителями живокостей являются различные шмели, реже осы и пчелы (Светлакова, 2003).

В качестве модельного объекта был выбран вид *D. crispulum* Rupr. – Ж. курчавая. Это многолетнее растение высотой 50–100 (150) см. Стебли и листья мелко-курчаво-волосистые. Листья округло-сердцевидные, почти до основания рассеченные па 3–5 глубоко-надрезанные ланцетно - или линейно-ромбические доли. Соцветие б. или м. густое. Околоцветник 18–20 мм дл., разных оттенков от светло-голубого до темно синих, изредка белые слабокурчаво-волосистые, иногда почти голые (Гроссгейм, 1950). По современной классификации флористических районов Дагестана (Муртазалиев, 2004) популяции *D. crispulum* Rupr. произрастают в Центральном Дагестане на субальпийских лугах, в среднем горном поясе (1400-2200 м н.у.м.). В условиях Гунибского плато образует небольшие группировки (от 5-10 до 100-120 растений) на восточных, юго-западных и юго-восточных склонах, по опушкам, каменистым завалам, вдоль дорог и ограждений на высотах 1600-2000 м н.у.м.

Целью настоящей работы является оценка влияния различных типов местообитаний на количественные признаки репродуктивной сферы *D. crispulum* Rupr. в условиях Гунибского плато.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Изучение внутрипопуляционной структуры генеративной сферы *D. crispulum* Rupr. проводилось на двух учетных площадках размером 10 х10 м в условиях Гунибского плато (высота 1850 м), различающихся типами антропогенной нагрузки (сенокос и пастбище). Одна выборка была заложена за пределами огороженной части ботанического сада, другая -внутри территории. Расстояние между участками не превышает 500 м, и разграничены препятствием в виде невысокого гребня, что позволяет отнести наши площадки к субпопуляциям. Выбранные учетные площадки *D. crispulum* Rupr. характеризуются тем, что большинство растений произрастают на каменистых завалинках восточных экспозиций с незначительной рассеянностью за пределами этих мест.

Для оценки количественных показателей реализации семенной продуктивности вида *D. crispulum* Rupr. был использован признак число цветков, как отправная дискретная точка в изучение морфогенетического процесса развертывания репродуктивных элементов.

На каждой площадке в произвольном порядке отбирались 35 растений картированные бирками в фазе цветения главного цветоноса (более 75% распустившихся цветков) и имеющие как минимум одну боковую генеративную кисть. Затем в фазу созревания плодов цветоноса были посчитаны и собраны в отдельные пакетики плоды каждого растения главного цветоноса и отдельно для боковых генеративных кистей. Боковые генеративные (пазушные) кисти образуются базипетально от основания главной кисти во время плодообразования на ней (Димитрова, 1970). В лабораторных условиях были посчитаны число семян каждого растения по группам. Для анализа семенной продуктивности были использованы следующие признаки: число цветков на цветоносе и боковых генеративных кистей, общее число цветков на цветоносе и боковых генеративных кистей, число завязавшихся плодов и листовок на цветоносе и боковых генеративных кистей, коэффициент плодоцветения.

Для математической обработки данных были использованы методы описательной статистики и дисперсионного анализа (Лакин, 1980). Статистическая обработка данных проводилось с помощью лицензионной системы обработки данных Statistica v. 5.5.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В ходе проведения эксперимента выявились различия у субпопуляций *D. crispulum* Rupr. по фенологическим признакам. Несмотря, на то, что обе выборки были взяты с одних высот и экспозиций склонов, фенологические даты наступления фаз цветения, плодоношения, созревания и их длительность была различна. Так, сроки прохождения всех фаз репродуктивного периода на пастбищном участке были короче, чем таковые на сенокосном, и эта закономерность усиливается с последующими фазами развития (табл. 1).

Таблица 1. Результаты фенологических наблюдений за субпопуляциями *D. crispulum* Rupr. на Гунибском плато.

Место обитания	Начало цветения	Конец цветения	Начало созревания	Конец созревания	Прод-ть цветения, дни	Прод-ть созревания, дни
Пастбищная	12.07-16.07	01.08-10.08	3.08-9.08	16.08-24.08	16-29	13-21
Сенокосная	15.07-20.07	12.08-20.08	14.08-20.08	02.09-15.09	23-36	19-32

Особенности фенологии объяснимы условиями произрастания и логически вытекают с позиции архитектоники формирования генеративного побега. Как видно из табл. 2, сенокосная субпопуляция по высоте растения в среднем значительно превосходит пастбищные, несмотря на то, что эти растения не поедаются скотом. Главное структурное морфологическое различие субпопуляций заключается в длине вегетативной части (высота растения до цветоноса), которая у сенокосных растений существенно превышает пастбищные 61,0 см против 33,5 см, при относительно константных длинах цветоноса (59,5 и 47,4 см). То есть растения, формируя большую биомассу в условиях фитоценотической конкуренции и различными эдафическими условиями на сенокосных участках, неоднородно вступают в репродуктивную фазу развития, что вызывает удлинение фенофаз и межфазных периодов.

Таблица 2. Сравнительная характеристика семенной продуктивности субпопуляций *D. crispulum* Rupr. на Гунибском плато в зависимости от типа антропогенного воздействия.

Признаки	n	**Сенокос**	n	**Пастбище**
		X±Sx		X±Sx
Линейные				
Высота растения, см	33	120,5±2,22	29	80,9±2,69
Длина цветоноса, см	33	59,5±2,28	29	47,4±1,91
Длина вег. части, см	33	61,0±0,82	29	33,5±1,35
Цветонос				
Число цветков	33	29,4±1,27	29	15,8±0,92
Число плодов	33	16,0±1,45	29	11,6±1,03
Число листовок	33	44,4±4,09	29	33,0±3,20
Число семян	33	419,6±42,57	29	275,9±30,64
Коэф. плодоцветения, %	33	55,0±4,50	29	73,5±4,46
Боковые генеративные кисти				
Число цветков	11	31,5±5,37	18	18,9±2,32
Число плодов	11	3,2±0,96	18	9,2±1,69
Число листовок	11	8,0±2,34	18	25,3±4,63
Число семян	11	35,1±11,95	18	168,5±39,24
Коэф. плодоцветения, %	11	12,0±2,96	18	47,8±5,41
Суммарные				
Общее число цветков	33	57,2±4,05	29	32,7±2,62
Общее число плодов	33	17,3±1,51	29	17,3±1,55
Общее число листовок	33	47,6±4,20	29	48,7±4,59
Общее число семян	33	431,3±41,86	29	380,5±42,15

Как известно, потенциальная семенная продуктивность основана на количестве заложенных репродуктивных органов (семязачатков, цветков, соцветий). Удобной мерой исчисления потенциальной продуктивности для этого вида служат признаки «число цветков» в главной кисти и боковых генеративных кистей. По числу цветков цветоноса и боковых генеративных кистей, сенокосная субпопуляция существенно превосходит пастбищную. Однако, реальная семенная продуктивность цветоноса, выраженная через процент плодоцветения выше у пастбищной популяции (73,5% против 55,0%), а по боковым генеративным кистям это различие выражено значительно сильнее (47,8% и 12,0% соответственно). В результате чего общее количество плодов, листовок и семян пастбищных и сенокосных растений в целом уравнивается. Это может объясняться двумя возможными причинами. Первая, возможно, связана с ритмом развития растений в различных типах фитоценозов. Как было сказано ранее, в условиях сенокоса, растения проходят длительный генеративный период, отсюда очень низкая завязываемость цветков боковых генеративных кистей, которые формируются позже, чем главный цветонос. Второй причиной может являться такой фактор как вероятность опыления цветков насекомыми, т.е. встречаемость условной «пчелы» с цветками этого вида. Учитывая, что этот вид относится к облигатным энтомофилам, с узкой группой насекомых опылителей. На такое предположение указывает низкая завязываемость цветоноса и боковых генеративных кистей при почти двукратном превосходстве количества цветков у сенокосной субпопуляции по отношению к пастбищной.

ВЫВОДЫ

Сравнительная характеристика семенной продуктивности субпопуляций *D. crispulum* Rupr. на Гунибском плато показала, что в условиях сенокоса формируется значительная вегетативная часть, которая в свою очередь ведет к позднему вступлению в генеративную фазу развития и удлинению основных фаз развития и продолжительности межфазных периодов. Потенциальная и реальная семенная продуктивность цветоноса выше в условиях сенокоса и низкая в условиях пастбища. Однако, реальная семенная продуктивность цветоноса, выраженная через коэффициент плодоцветения выше у пастбищной субпопуляции (73,5% против 55,0%), а у боковых генеративных кистей это различие выражено еще значительно сильнее (47,8% и 12,0% соответственно). В результате чего общее количество плодов, листовок и семян в целом уравниваются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вайнагий И.В.* О методике изучения семенной продуктивности растений // Бот. журн. 1974. Т. 59, № 6. С. 826-831.

2. *Галушко А.И.* Род Delphinium L. //В кн.: Флора Северного Кавказа. Определитель. Т. 1, Изд-во Ростовского ун-та. 1978, С. 274-276.

3. *Грант В.* Эволюционный процесс. Критический обзор эволюционной теории. – М.: Мир, 1991. – 488 с.

4. *Гроссгейм А.А.* Род Delphinium L. // В кн.: Флора Кавказа. Т. 4, 1950. С. 24-33.

5. *Димитрова В.Н.* Еще об одном приспособлении соцветий дельфиниума к перекрестному опылению. // Труды дагестанского сельскохозяйственного института. Т. XXI, Вып. 1., 1970, С. 67-69.

6. *Димитрова В.Н.* Новые виды живокости из Дагестана. // Новости систематики высших растений. М. Л. Наука. 1966, С.94-107.

7. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М. : Высшая школа, 1980. -293 с.

8. *Левина Р.Е.* Репродуктивная биология семенных растений. М., 1981. 95 с.

9. *Муртазалиев Р.А.* Карта флористических районов Дагестана. Материалы VI Международной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа». Нальчик: КБГУ, 2004. С. 187-188.

10. *Муртазалиев Р.А.* Конспект флоры Дагестана. Т.1 Махачкала: изд. Дом «Эпоха».2009, - 356 с.

11. *Светлакова А.А.* Дельфиниумы (морфология и прорастание семян, ритм роста и развития, семенная продуктивность). Барнаул: Изд-во АГУ, 2000. - 122с.

INTRAPOPULATION DIFFERENTIATION OF *DELPHINIUM CRISPULUM* RUPR. BY SEED PRODUCTIVITY IN GUNIBSKY PLATEAU

© 2012 D.M. Anatov

FSBES Mountain botanical garden DSC the Russian Academy of Sciences

The results of researches *Delphinium crispulum* Rupr. intrapopulation differentiation in Gunibsky plateau depending on phytocoenosis phylum are presented in article. It is shown, that formation of the big biomass by plants in the conditions of hay harvesting conducts on delay of development phases and interphase seasons in reproductive sphere. It was revealed that potential seed productivity of inflorescence in conditions of strong plant community competition (haymaking) was higher then in conditions of intensive anthropogenic load (cattle-run). However, the real seed production was higher in cattle-run population that in final results on equation of total seed productivity *Delphinium crispulum* Rupr. in both phytocoenosis.

Keywords: *intrapopulation variability, Delphinium crispulum Rupr., seed productivity, phytocenoses.*

Anatov Dzhalaludin Magomedovich, the younger research assistant, E-mail djalal@list.ru

УДК 502.75:502.4

ПОПУЛЯЦИИ ПАПОРОТНИКОВ РОДА *BOTRYCHIUM* В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ»

© 2012 Н.А. Виляева

Всероссийский научно-исследовательский институт охраны природы, г. Москва

В статье рассматриваются редкие папоротники рода Гроздовник - *Botrychium*, главным образом *Botrychium lunaria* (L.) Sw. и *B. multifidum* (Gmel.) Rupr., их экологические особенности и состояние популяций на территории национального парка «Смоленское Поозерье». Гроздовники полулунный и многораздельный включены в Красную книгу Смоленской области и требуют особой охраны и регулярного мониторинга.

Ключевые слова: *национальный парк, редкие виды, популяции, папоротники, гроздовник, Botrychium, Botrychium lunaria, Botrychium multifidum.*

Национальный парк (НП) «Смоленское Поозерье» расположен на севере Смоленской области, в Демидовском и Духовщинском районах. Согласно ботанико-географическому районированию это зона хвойно-широколиственных лесов. Леса занимают около 74% территории НП, причём преобладают вторичные – березняки, осинники, сероольшаники. Материковые и пойменные луга (1% территории) имеют большей частью антропогенное происхождение. Довольно много (28% территории) разнообразных болот – верховых, переходных, низинных [1].

В НП произрастает 4 вида папоротников рода Гроздовник – *Botrychium* Sw. [6], а именно:

- Гроздовник полулунный – *Botryhium lunaria* (L.) Sw.
- Г. ромашколистный – *B. matricariifolium* A. Braun ex Koch.
- Г. многораздельный – *B. multifidum* (Gmel.) Rupr.
- Г. виргинский – *B. virginianum* (L.) Sw.

Все четыре вида занесены в список растений, требующих в НП первоочередной охраны [3] по причине малого распространения и низкой численности. Гроздовники могут исчезнуть на территории парка даже при незначительном изменении условий местообитания. Два вида (*B. lunaria* и *B. multifidum*) занесены в Красную книгу Смоленской области [5].

Гроздовник полулунный – *Botrychium lunaria* (L.) Sw.

На территории России гроздовник полулунный распространён в центральных и западных районах Европейской части России, на Кавказе, в Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке [2, 7].

Гроздовник произрастает на лугах, мшистых луговинах, в зарослях кустарников и в лесах, в тундровых и болотных сообществах, нередко встречается в местах с нарушенным растительным покровом [2, 7].

К свету нетребователен – предпочитает затенение, но выдерживает полный свет. Произрастает на влажных бедных слабокислых почвах с довольно хорошей аэрацией, предпочитает суглинки и известняки [2, 8, 9].

Botrychium lunaria занесен в Красную книгу Смоленской области [5], III категория редкости - редкий реликтовый вид, встречающийся в небольшом количестве. На территории НП был известен из двух местонахождений: на холме у д. Островo и на склоне у д. Агеевщина [3, 6], в 2010 году нами обнаружена ещё одна точка произрастания гроздовника на окраине д. Петраково.

Популяция в окрестностях д. Агеевщина наблюдается нами с 2006 года. Склон северной экспозиции, уклон около 20°. Луг вейниково-разнотравный, общее проективное покрытие (ОПП) травяно-кустарничкового яруса колеблется от 10 % до 90%.

Виляева Наталья Александровна, ведущий научный сотрудник лаборатории заповедного дела, E-mail: natvyl@yandex.ru

Преобладают *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Antennaria dioica* (L.) Gaertn, *Hieracium umbellatum* L., *H. pilosella* L., *Poa angustifolia* L.

В 2006 году найдена 31 спороносящая особь, причем все особи были мелкими, до 5 см высотой. Гроздовник встречается в непосредственной близости от *Antennaria dioica* (L.) Gaertn. На изученной территории наблюдаются следы недавнего низового пожара [4], предположительно, он повлиял на состояние популяции, так как ранее [6] указывалась более высокая численность (свыше 100 особей).

В 2010 году популяция была обследована повторно, найдено только 4 генеративные особи гроздовника полулунного. В травяно-кустарничковом ярусе (ОПП 80%) преобладают *Antennaria dioica* (L.) Gaertn, *Calluna vulgaris* (L.) Hill, *Fragaria vesca* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Poa angustifolia* L.

В 2011 году в этой точке не найдено ни одной особи (возможно, были не замечены или раньше закончили вегетацию из-за ранней сухой весны). Следов пала на этой площадке больше не наблюдалось.

Однако в 50 м от этой точки обнаружено ещё одно скопление гроздовника, скорее всего это части одной довольно крупной популяции. В 2010 году это скопление занимало около 70 кв.м. со средней плотностью 3 особи/кв.м., причём особи были крупными (до 20 см высотой), с высокой жизненностью. Луг землянично-разнотравный, ОПП травяно-кустарничкового яруса 50%. Преобладают *Fragaria vesca* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Centaurea scabiosa* L., *Festuca pratensis* Huds., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Poa angustifolia* L.

В 2010 году нами также найдена ещё одна маленькая (3 генеративные особи) популяция *B. lunaria* на самой обочине проселочной дороги на окраине д. Петраково. Это опушка сосняка-зеленомошника, ОПП травяно-кустарничкового яруса 30%, преобладают *Pyrola minor L., Vaccinium vitis-idaea L., Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Melampyrum pratense* L.

В 2011 году здесь найдено только 2 генеративные особи, высотой 4 см и 12 см. Это местонахождение подвергается интенсивному вытаптыванию, поэтому требует регулярного мониторинга.

Г. многораздельный – *Botrychium multifidum* (Gmel.) Rupr.

На территории России гроздовник многораздельный распространён в северных, северо-западных и центральных районах Европейской части России, в Западной Сибири и на Алтае [2, 7].

Произрастает по мшистым луговинам и кустарникам, на кочках, по опушкам, в сухих, светлых сосновых и смешанно-широколиственных лесах, в сероольшаниках, по склонам в верещатниках [2, 7].

К свету нетребователен, может расти и в затенении, и на полном свету. Предпочитает бедные слабокислые супесчаные или суглинистые почвы в широком спектре увлажнения: от сухих до влажных [2, 8, 9].

Занесен в Красную книгу Смоленской области [5], III категория редкости - редкий реликтовый вид, встречающийся в небольшом количестве. На территории НП известно 5 местонахождений [6], в 2011 году нами была найдена ещё одна популяция в окрестностях д. Петраково, на южном берегу Петраковского озера.

Наиболее крупная до недавнего времени популяция *B. multifidum* отмечена возле д. Агеевщина, на том же склоне, где произрастает *B. lunaria*. Решетникова [6] указывает численность около 20 особей. Луг землянично-разнотравный, ОПП травяно-кустарничкового яруса 50% с преобладанием *Fragaria vesca* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Centaurea scabiosa* L., *Festuca pratensis* Huds., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Poa angustifolia* L. Нами было отмечено только 4 вегетативные особи, причём одна из них крупная, с двумя вайями. Предположительно, одна из этих вай прошлогодняя и не отмерла за зиму.

В 2011 году нами была найдена ещё одна довольно крупная популяция в окрестностях д. Петраково, на южном берегу Петраковского озера. На площади около 4 кв.м. произрастает 39 особей пузырника, из них 29 вегетативных и 10 генеративных. Луг лютиково-гераниево-злаковый, рядом с площадкой тропинка, ОПП травяно-кустарничкового яруса 30%,

преобладают *Geranium pratense* L., *Ranunculus repens* L., *Ranunculus acris* L., *Aegopodium podagraria* L., *Dactylis glomerata* L., *Phleum pratense* L.

Г. ромашколистный – *B. matricariifolium* A. Braun ex Koch.

Гроздовник ромашколистный был встречен в НП единичными особями в единственном местонахождении на склоне возле д. Агеевщина, совместно с *B. lunaria* и *B. multifidum* [3, 6]. Нами при специальных обследованиях не обнаружен, однако вид может просматриваться, и мы будем продолжать его поиски.

Г. виргинский – *B. virginianum* (L.) Sw.

Гроздовник виргинский отмечался в НП только в 2 местонахождениях, единичными особями [3, 6]. Нами при специальных обследованиях не обнаружен, однако мы собираемся продолжать поиски.

Виды рода Гроздовник (*Botrychium* Sw.) в НП «Смоленское Поозерье» находятся под угрозой вымирания, так как популяции на территории парка единичны и с малой численностью, и поэтому требуют особой охраны и регулярного мониторинга. Поиск популяций видов *B. matricariifolium* и *B. virginianum* будет продолжен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Березина Н.А., Вахрамеева М.Г., Шведчикова Н.К.* Современная растительность // Растительность и почвы национального парка «Смоленское Поозерье». Москва, 2003. С. 31-55.
2. *Бобров А.Е.* Отдел 3. Polypodiophyta – Папоротникоообразные // Флора европейской части СССР. Л.: Наука, Ленингр. отд., 1974. Т.1. С. 72 – 205.
3. *Вахрамеева М.Г., Шведчикова Н.К., Решетникова Н.М.* Редкие и охраняемые виды растений // Растительность и почвы национального парка «Смоленское Поозерье». Москва, 2003. С. 93-105.
4. *Виляева Н.А.* Редкие папоротники национального парка «Смоленское Поозерье» // Актуальные проблемы геоботаники. III Всероссийская школа-конференция. I часть. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – С. 113-116.
5. Красная книга Смоленской области: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. Смоленск, 1997. 283 с.
6. *Решетникова Н.М.* Сосудистые растения национального парка «Смоленское Поозерье» (аннотированный список видов). Москва, 2002. 93 с.
7. *Фомин А.В.* Класс Папоротниковые (Filicales) // Флора СССР. Л.: Изд-во АН СССР, 1934. Т.1. С. 51 – 143.
8. *Ellenberg H.* Zeigerwerte der Gefäβpflanzen Mitteleuropas // Scripta geobotanica, 1974. Vol. 9. 97 S.
9. *Landolt E.* Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora // Veröff. Geobot. Inst. Eidgenoss. Techn. Hoschsch. Zürich, 1977. H. 64. 208 S.

BOTRYCHIUM FERNS POPULATIONS AT "SMOLENSKOYE POOZERIE" NATIONAL PARK

© 2012 N.A. Vilyaeva

All-Russian Scientific Research Institute for Nature Conservation, Moscow

This paper discusses rare ferns of genus *Botrychium*, especially *Botrychium lunaria* (L.) Sw., *B. multifidum* (Gmel.) Rupr., their ecological features and populations condition at "Smolenskoye Poozerie" national park. *Botrychium lunaria* and *B. multifidum* are included in Smolensk district Red Data Book and need special protection and regular monitoring.

Key words: *national park, rare species, populations, ferns, Botrychium, Botrychium lunaria, Botrychium multifidum.*

Natalya Vilyaeva, Lead Researcher of Protected Areas Laboratory, E-mail: natvyl@yandex.ru

УДК 630:502.75 (571.6)

МОНИТОРИНГ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ В ЗАПОВЕДНИКЕ «БАСТАК»

© 2012 В.В. Грибков

ФГБУ «Государственный заповедник «Бастак», г. Биробиджан

В данной работе рассмотрены некоторые аспекты мониторинга редких, исчезающих и находящихся под угрозой исчезновения видов сосудистых растений, произрастающих на территории заповедника «Бастак».

Ключевые слова: *мониторинг, популяция, охрана редких и исчезающих видов растений.*

Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды сосудистых растений – одна из самых хрупких, и очень важных частей биоразнообразия, которые составляют основу целостности экосистем и биосферы в целом. Они имеют огромное научное, образовательное, этическое и эстетическое значение.

Изучение редких видов постепенно превращается в самостоятельную науку, со своими методами исследования. Основной из них – мониторинг, т.е. комплексное наблюдение за состоянием популяции. Он включает: изучение численности, ареала, местообитания, репродуктивного процесса, общей и генетической структуры популяций. Параметрами для очень редких видов является факт «присутствия-отсутствия»; для более массовых видов – оценка численности, размерно-возрастные и популяционные параметры [7].

Одной из главных составляющих охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения видов сосудистых растений является биомониторинг. Основным видом биомониторинга является закладка постоянных пробных площадей, при многолетних наблюдениях дающая относительно достоверные данные и большой объем важной информации о состоянии ценопопуляции.

Одним из направлений научно-исследовательской деятельности ФГБУ «Государственный заповедник «Бастак» является мониторинг состояния редких видов сосудистых растений, необходимый для оценки биоразнообразия, информации о состоянии природных комплексов, их отдельных компонентов и т.д.

По ботанико-географическому районированию Б.П. Колесникова территория заповедника «Бастак» расположена в северной подзоне зоны хвойно-широколиственных лесов Приамурья [2].

Работы по мониторингу состояния редких видов сосудистых растений проводились на территории заповедника «Бастак» в междуречье Кирга – Икура (кв. №№ 126, 134). В местах проведения работ преобладающими типами растительности являются хвойно-широколиственные и мелколиственные леса с подлеском из актинидии коломикта (*Aktinidia kolomikta* (Maxim.) Maxim.), лещины маньчжурской (*Corylus mandshurica* Maxim.) и леспедецы двуцветной (*Lespedeza bicolor* Turcz.).

Данные работы проводятся по программе и методике наблюдений за ценопопуляциями видов растений Красной книги СССР [6]. Для ведения данного вида мониторинга, в зависимости от видов растений закладываются постоянные пробные площади размером от 0,25 до 100 м^2. Параметры, которые измеряются - это общая численность ценопопуляции, плотность особей, возрастной спектр и мощность растений. Информация собирается один раз в год в течение вегетационного периода (май – сентябрь).

Работы по планомерному и систематическому мониторингу состояния ценопопуляций редких видов сосудистых растений на территории заповедника «Бастак» начаты в 2009 г.

За три года (2009-2011 гг.) был проведен мониторинг состояния следующих видов: зорька сверкающая – *Lychnis fulgens* Fisch. Ex Curt.; пион обратнояйцевидный – *Paeonia obovata* Maxim.; лилия двурядная – *Lilium distichum* Nakai); лимонник китайский – *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.; диоскорея ниппонская - *Dioscorea nipponica* Makino (5 видов по 1 площадке) [3].

Грибков Василий Владимирович, младший научный сотрудник, E-mail: gribkov-82@list.ru

Одним из самых важных показателей состояния ценопопуляции является мощность растений. Мощность растений значительно колеблется у одних и тех же видов в разных эколого-географических, ценотических условиях, по годам и при антропогенных воздействиях. Такая изменчивость является показателем приспособительных возможностей вида. Часто снижение степени развития особей служит сигналом ухудшения состояния ценопопуляции [1].

В этом сообщении приводятся данные по изменению мощности и возрастному спектру растений диоскореи ниппонской на одной пробной площади по годам (табл. 1).

Таблица 1 Мощность растений диоскореи ниппонской на пробной площади № 1

Годы / № п/п	Высота побегов, см			Число побегов, шт.			Количество листьев, шт.			Количество соцветий, шт.		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
1	300	290	250	1	1	1	59	57	46	10	9	9
2	250	250	250	1	1	1	42	41	17	8	8	7
3	250	260	220	1	1	1	45	48	63	7	8	7
4	410	410	300	1	1	1	63	64	51	12	11	11
5	410	420	300	1	1	1	61	65	57	13	14	12
6	150	150	190	1	1	1	36	35	37	-	-	-
7	220	230	180	1	1	1	52	55	41	6	7	6
8	240	240	250	1	1	1	62	63	49	6	6	8
9	250	260	300	1	1	1	49	51	36	5	6	11
10	310	310	110	1	1	1	52	52	18	10	9	11
11	250	250	100	1	1	1	57	58	21	8	8	9
12	230	240	300	1	1	1	51	53	51	5	5	12
13	230	230	300	1	1	1	49	50	62	4	4	12
14	-	-	250	-	-	1	-	-	56	-	-	5
15	-	-	200	-	-	1	-	-	70	-	-	5
16	-	-	100	-	-	1	-	-	70	-	-	-
17	-	-	150	-	-	1	-	-	70	-	-	-
18	-	-	250	-	-	1	-	-	71	-	-	7
19	-	-	200	-	-	1	-	-	56	-	-	2

Из данных таблицы 1, можно сделать вывод о том, что происходит постепенное увеличение мощности растений на пробной площади №1. Однако в 2011 г. произошло увеличение количества побегов на 6 штук, что значительно омолодило данную ценопопуляцию.

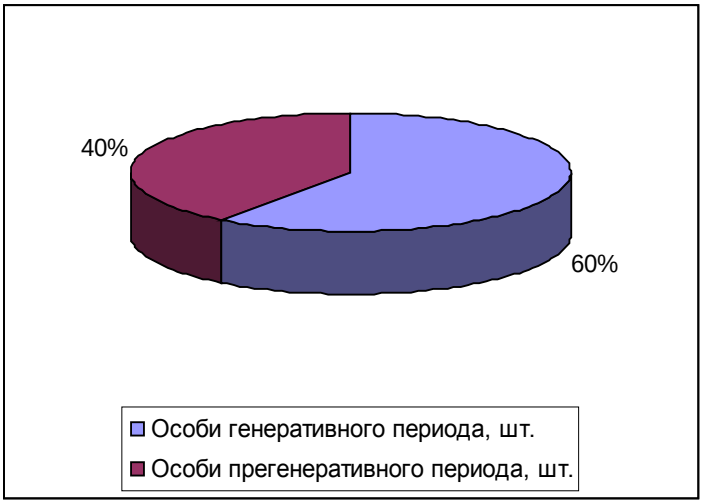


Рис. 1. Возрастной спектр побегов диоскореи ниппонской на пробной площади №1. 2009 год

Рис. 2. Возрастной спектр побегов диоскореи ниппонской на пробной площади №1. 2010 год.

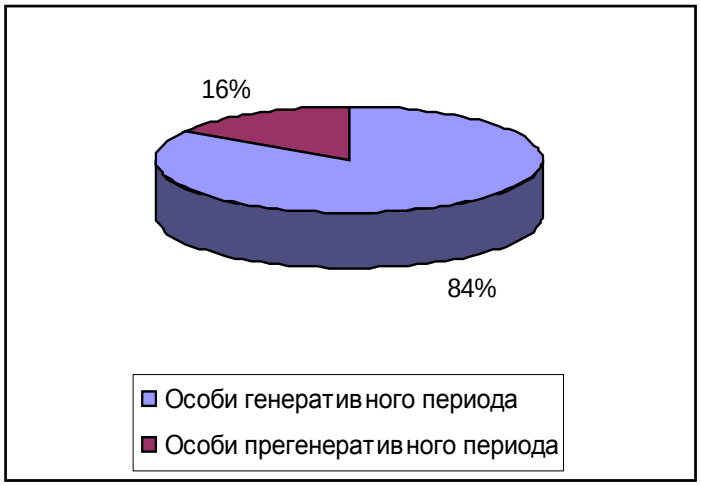


Рис. 3. Возрастной спектр побегов диоскореи ниппонской на пробной площади №1. 2011 год.

По данным диаграмм (рис. 1, 2, 3) видно, что процентное соотношение побегов генеративного и прегенеративного периодов диоскореи ниппонской на пробной площади №1 значительно колеблется по годам. В 2011 г. произошло увеличение числа побегов, что повлекло за собой рост процентного соотношения количества генеративных побегов к прегенеративным. Собранная информация говорит о хорошем состоянии исследуемой ценопопуляции диоскореи ниппонской, которая находится на пике своего развития.

Полученные данные требуют ежегодных дополнений по всем исследуемым параметрам. В дальнейшем планируется расширить перечень наблюдаемых видов и увеличить количество площадок по каждому виду соответственно.

Многолетние наблюдения за одними и теми же особями растений позволят выявить комплекс показателей, дающих представление об оптимальном режиме существования той или иной популяции [4, 5].

Многолетняя информация по динамике поведения видов на территории заповедника позволит проанализировать состояние популяций вида, выявить лимитирующие факторы и на этом основании построить соответствующие прогнозы по разработке надежной стратегии охраны редких и исчезающих растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Быченко Т.М.* Методы популяционного мониторинга редких и исчезающих видов растений Прибайкалья: учебное пособие. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. пед. ун-т, 2008. 164 с.

2. *Колесников Б.П.* Растительность. Южная часть Дальнего Востока. М. Наука, 1969. С. 206-250.

3. Красная книга Еврейской автономной области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. – Новосибирск: издательство «АРТА», 2006. 247 с.

4. *Матвеенко Н.В., Рубцова Т.А.* Использование метода наблюдений ценопопуляций для мониторинга редких видов сосудистых растений (на примере Еврейской автономной области). Тольятти: ИЭВБ РАН, 2009.

5. *Мельникова А.Б., Рубцова Т.А.* Мониторинг редких видов растений // IX Дальневосточная конференция по заповедному делу: Материалы конф., Владивосток, 20-23 октября 2010 г. С. 270-275.

6. Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями видов растений Красной Книги СССР, Москва, 1986.

7. *Рубцова Т.А., Зайцева Н.В.* Мониторинг редких видов сосудистых растений в Еврейской автономной области // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Мат-лы Всерос. конф.; XII съезд Русского ботанического общества. РБО, Отделение биологических наук РАН, Карельский науч. центр РАН, Санкт-Петербургский науч. центр РАН, Петрозаводский гос. ун-т. г. Петрозаводск, 22-26 сентября, 2008 г. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. Ч.3. С. 383-385.

MONITORING COENOTIC POPULATIONS RARE AND ENDANGERED SPECIES VASCULAR PLANTS IN RESERVE «BASTAK»

© 2012 V.V. Gribkov

State nature reserve "Bastak"

This thesis introduces some aspects of monitoring of rare and endangered species vascular plants. These plants are considered on territory of reserve «Bastak».

Keywords: *monitoring, population, guard of rare and endangered species vascular plants.*

Vasiliy Gribkov, minor scientist employer of State nature reserve Bastak, E-mail: gribkov-82@list.ru

УДК: 581.526.45

СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЛУГОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

© 2012 И.А. Панченкова

Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова, г. Ульяновск

В статье приводятся сведения о современном экологическом состоянии флоры лугов центральной части Приволжской возвышенности. Приведены данные о современном видовом биоразнообразии флоры, экологическом анализе флоры данной территории.

Ключевые слова: *биоразнообразие, флора лугов, гидроморфные группы, мезофиты, гигрофиты, ксеромезофиты, мезоксерофиты, ксерофиты, гигромезофиты, мезогигрофиты.*

Стихийное использование природных ресурсов без соответствующих мер их охраны и возможности восстановления, интенсивное и все возрастающее загрязнение экотопов приводит к необратимым изменениям экосистем, катастрофическим явлениям в биосфере [2]. В настоящее время проблема сохранения лугов носит глобальный характер, т.к. их площади и биоразнообразие с каждым годом уменьшается, а это порождает целый ряд экологических и хозяйственных проблем. В результате многолетних исследований флоры лугов центральной части Приволжской возвышенности был выявлен видовой состав флоры. Современный состав флоры лугов представлен 641 видом, относящимся к 61 семейству. Ведущими семействами являются Compositae, Gramineae, Fabaceae.

В зависимости от требования растений лугов к увлажнению, экологический анализ луговой флоры центральной части Приволжской возвышенности позволил выявить семь основных гидроморфных групп луговых растений: мезофиты, гигрофиты, ксеромезофиты, мезоксерофиты, ксерофиты, гигромезофиты, мезогигрофиты [1].

Таблица 1. Гидроморфная структура луговой флоры центральной части Приволжской возвышенности.

Экологические группы	Луговая флора (вместе с потенциальными луговыми видами)		Собственно луговая флора	
	Кол-во видов	% от всей флоры	Кол-во видов	% от всей флоры
Мезофиты	256	39,9	68	52,3
Гигрофиты	123	19,1	27	20,8
Ксеромезофиты	118	18,4	3	2,3
Мезоксерофиты	34	5,3	1	0,8
Ксерофиты	32	5	-	-
Гигромезофиты	57	8,9	25	19,2
Мезогигрофиты	21	3,3	6	4,6
Итого:	641	100,0	130	100,0

Типичные представители мезофитов: Stellaria graminea, Leontodon autumnalis, Plantago lanceolata, Campanula patula, Achillea millefolium, Leucanthemum vulgare, Melampytum nemorosum и др. Гигромезофиты: Juncus effuses, Coronaria flos-cucula, Lysimachia vulgaris, Carex leporine и др. Наличие мезофильных растений, а это 39,9% от общего числа видов всей флоры, свидетельствует об особенно благоприятных условиях для произрастания на этой территории видов лесной растительности.

Уменьшение количества площадей пойменных лугов ведет к уменьшению биоразнообразия экосистем бассейнов рек, что уменьшает устойчивость речных экосистем и

Ирина Александровна Панченкова, аспирант кафедры ботаники УГПУ им. И.Н. Ульянова, E-mail: ira739@mail.ru

способствует их деградации, выражающейся в исчезновении растений пойменных лугов и резком уменьшении продуктивности пойменных сообществ.

Основные факторы, влияющие на изменение структуры и видового состава флоры лугов центральной части Приволжской возвышенности являются: строительство водохранилищ, дорог, непродуманная мелиорация, сенокошение, выпас скота, пожары, антропогенное воздействие и другие виды хозяйственной деятельности. Для того чтобы прекратить процесс дальнейшего сокращения числа видов луговых растений и синантропизации луговых сообществ, необходимо создание сети научно обоснованных особо охраняемых природных луговых территорий разного ранга, а также осуществление ряда практических мероприятий по сохранению и восстановлению биоразнообразия луговых экосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Лархер В.* Экология растений. – М., 1978. 352с.

2. Рациональное использование природных ресурсов и охрана природы: учеб. Пособие для студентов высших учеб. Заведений, В.М. Константинов и др. – М. Издат. Центр «Академия», 2009. – 272с.

MODERN ECOLOGICAL CONDITION OF FLORA AND VEGETATION OF MEADOWS OF THE CENTRAL PART VOLGA UPLAND

© 2012 I.A. Panchenkova

Ul'yanovsk state pedagogical university

In article are resulted the information on a modern ecological condition of flora of meadows of central part Volga upland. Data about a modern specific biodiversity of flora are cited, the ecological analysis of flora of this territory.

Keywords: *biodiversity, flora of meadows, hydromorphic forest group, vegetation mesophyte, hygrophyte, kseromezofit, mezokserofity, xerophilous plant, gigromezofity, mezogigrofity.*

Panchenkova I.A., postgraduate of the Teachers' Training University, Natural and Geography faculty, cathedra of Botany, E-mail: ira7379@mail.ru

УДК 581.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ШКАЛ Д.Н.ЦЫГАНОВА ДЛЯ ОЦЕНКИ МЕСТООБИТАНИЙ ARCTOSTAPHYLOS UVA-URSI (L.) SPRENG

© 2012 М.А. Полянская

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

В статье рассмотрены экологические особенности местообитаний *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng в окрестностях п. Силикатного Республики Марий Эл.

Ключевые слова: *экологические шкалы, экологическая валентность.*

Лекарственные растения таят в себе огромный потенциал для разработки новых препаратов и борьбы с заболеваниями человека максимально щадящим способом. Для сохранения лекарственных видов растений необходим постоянный мониторинг популяций и изучение экологических особенностей их местообитаний.

Цель данной работы: выявить экологическое разнообразие растений модельного вида с помощью амплитудных экологических шкал Д.Н. Цыганова [1].

Ценопопуляции кустарничка – толокнянки обыкновенной (*Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.) были изучены нами в окрестностях п. Силикатного Звениговского района Республики Марий Эл. Для получения экологической характеристики исследуемой территории были сделаны стандартные геоботанические описания, впоследствии обработанные с помощью компьютерной программы «*EcoScaleWin*». Оценка произведена по десяти шкалам: Tm – термаклиматической, Kn – континентальности климата, Om - омброклиматической, Cr – криоклиматической, Hd – увлажнения почв, Tr – солевого режима почв, Nt– богатства почв азотом, Rc – кислотности почв, fH – переменности увлажнения почв, Lc – освещённости.

Для оценки приспособленности популяции к изменению каждого фактора используется потенциальная экологическая валентность (PEV), которая равна доле диапазона баллов (ступеней) конкретного вида ко всей шкале:

$$PEV = \frac{(A_{max} - A_{min} + 1)}{n},$$

где A_{max} и A_{min} – максимальные и минимальные значения баллов (ступеней) шкалы, занятых отдельным видом; n – общее число баллов (ступеней) в шкале; 1 – добавляется как 1-е деление шкалы, с которого по данному фактору начинается диапазон вида [3, 4].

При изучении конкретных ценопопуляций (ЦП) в сообществе можно определить реализованную экологическую валентность (REV) по следующей формуле:

$$REV = \frac{(A_{max} - A_{min} + 0{,}01)}{n},$$

где A_{max} и A_{min} – максимальные и минимальные значения баллов (ступеней) шкалы, занятые конкретными ЦП на шкале; n – общее число баллов (ступеней) в шкале; 0,01 – добавляется как 1-е деление шкалы, с которого встречаются изученные ценопопуляции [3, 4].

Эффективность освоения экологического пространства вида конкретными ЦП оценивается при помощи коэффициента экологической эффективности ($K_{ec.eff.}$), вычисляемого по формуле:

$$Kec.eff. = \frac{REV}{PEV} \times 100\ \%,$$

В основе распределения видов по фракциям валентности лежит экспертная оценка Л.А. Жуковой, согласно которой стеновалентными считаются виды, занимающие менее 1/3 шкалы, эвривалентными – более 2/3 шкалы, остальные виды – мезовалентными [3,4].

По **термоклиматической шкале (Tm),** показывающей распределение тепла, толокнянка

Полянская Мария Александровна, студентка 3-го курса биолого-химического факультета, E-mail: ilovehitman@mail.ru

обыкновенная является стеновалентным видом (PEV = 0,29). Потенциальные экологические диапазоны этих видов могут изменяться от 4,00 до 8,00. Полученные реальные диапазоны меняются от 7,31 до 7,81 (суббореального/неморального климата), т.е. вид занимает очень узкую экологическую позицию.

По шкале **континентальности климата (Kn)** *A. uva-ursi* является гемиэвривалентным видом (PEV = 0,87). Потенциальные экологические диапазоны этих видов могут изменяться от 3,00 до 15,00 баллов. Ценопопуляции данного кустарничка используют незначительную часть потенциальной экологической амплитуды шкалы континентальности климата. (REV = 0,02) (табл. 1).

По **омброклиматической шкале (Om),** представляющей выпадение осадков исследуемый вид стеновалентен (PEV = 0,33). По этой шкале реальный диапазон данного изменяется от 7,75 (субматерикового /материкового) до 8,33 (материкового) климата, т.е. они достаточно узки (табл.1).

По **криоклиматической шкале (Cr),** показывающей действие низких температур, толокнянка обыкновенная занимает **г**емиэвривалентную позицию (PEV = 0,60). Потенциальные диапазоны этого вида изменяются от 1,00 до 9,00 баллов. Нами получены реальные диапазоны – от 6,62 (умеренные зимы) до 7,17 (умеренных/мягких зим) (табл. 1).

Таким образом, по климатическим шкалам ценопопуляции толокнянки обыкновенной занимают достаточно узкие экологические позиции.

Таблица 1. Экологические характеристики местообитаний *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng

Диапазон шкалы	Экологическая позиция вида по шкале фактора	PEV	Реальный диапазон	REV	$K_{эс.эf.}$, %
Tm (1-17)	4 – 8	0,29	7,31 – 7,81	0,03	10
Kn (1–15)	3 – 15	0,87	8,31 – 8,54	0,02	2
Om (1–15)	7 – 11	0,33	7,75 – 8,34	0,04	12
Cr (1–15)	1 – 9	0,60	6,62 – 7,17	0,04	7
Hd (1–23)	9 – 14	0,26	9,75 – 12,28	0,11	42
Tr (1–19)	1 – 7	0,37	4,83 – 6,81	0,10	27
Nt (1–11)	1 – 5	0,45	3,50 – 4,50	0,09	20
Rc (1–13)	1 – 11	0,85	6,25 – 6,93	0,05	6
fH (1–11)	–	–	**2,62 – 3,53**	0,10	–
Lc (1–9)	1 – 5	0,56	4,76 – **6,00**	0,11	20

Примечание: жирным шрифтом выделены уточненные данные

По **шкале увлажнения почв (Hd)** данный кустарничек стеновалентен (PEV = 0,26)**.** Потенциальный диапазон составляет от 9,00 до 14,00 баллов. В результате обработки геоботанических описаний нами получены достаточно ограниченные реальные диапазоны местообитаний, которые изменяются от 9,75 (лугово-степное/сухо-лесолуговое увлажнение) до 12,28 (влажно-лесолуговое увлажнение). По данной шкале нами получены наибольшие показатели коэффициента экологической эффективности ($K_{эс.эf.}$ = 0,42) (табл.1).

По **шкале солевого режима почв (Tr**) толокнянка обыкновенная является гемистеновалентом (PEV = 0,37). Потенциальные диапазоны колеблются от 1,00 до 7,00 баллов. Реальный диапазон составил от 4,83 (небогатых почв) до 6,81 (довольно богатых почв). Коэффициента экологической эффективности составил 27 % (табл.1).

По **шкале богатства почв азотом (Nt)** исследуемый вид занимает мезовалетные позиции (PEV = 0,45) (табл.2). Потенциальный диапазон составляет от 1,00 до 9,00 баллов, а реальный – от 3,50 (очень бедных/бедных азотом почв) до 4,50 (бедных азотом почв). Коэффициента экологической эффективности – 20 %.

По **шкале кислотности почв (Rc)** *Arctostaphylos uva-ursi* эвривалентна (PEV = 0,85), (табл.2). Потенциальный диапазон видов варьируют от 1,00 до 11,00 баллов. Реальный диапазон составил для этого вида от 6,25 до 6,93 (слабо-кислых почв, pH =5,5-6,5 (табл.2).

По **шкале переменности увлажнения (fH)** потенциальные экологическая валентность Д.Н.Цыгановым (1983) для исследуемого вида не определена. Нами впервые для толокнянки обыкновенной установлен реальный диапазон, который составил от 2,62 (относительно устойчивого увлажнения) до 3,53 (относительно устойчивого/слабо переменного увлажнения).

По **шкале освещенности – затенения (Lc)** исследуемые вид гемиэвривалентен (PEV =56), потенциальный диапазон изменяется от 1,00 до 5,00 баллов. Полученные в результате обработки геоботанических описаний реальный диапазон данного вида изменяются от 4,76 (светлые леса) до 6,00 (светлые/ тенистые леса) баллов, это несколько больше, чем предложенный диапазон Д.Н.Цыганова. Реализованная экологическая валентность составила 0,11, а коэффициент экологической эффективности – 20 %.

Таким образом, в результате проведенных исследований нами показано, что ценопопуляции толокнянки обыкновенной в окрестностях п. Силикатный Республики Марий Эл занимают достаточно узкие экологические позиции по климатическим шкалам. Более широкие диапазоны занимает этот вид по почвенным шкалам. Нами впервые определена экологическая позиция по шкале fH – от 2,62 (относительно устойчивого увлажнения) до 3,53 (относительно устойчивого/слабо переменного увлажнения). относительно устойчивой увлажнённостью). Наибольшие экологические возможности реализованы у этого вида по шкале увлажнения почв – $К._{ec.ef.}$ = 42 %.

Итак, для толокнянки обыкновенной лимитирующими факторами являются увлажнение и солевой режим почв.

Выражаю глубокую благодарность научному руководителю, д.б.н., профессору, заслуженному деятелю науки РФ Жуковой Людмиле Алексеевне за консультации и внимание к работе, к.б.н. Полянской Т.А. и к.б.н. Дороговой Ю.А. за помощь в обработке результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 *Цыганов Д.Н.* Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 198 с.

2 *Зубкова Е.В., Ханина Л.Г., Грохлина Т.И., Дорогова Ю.А.* Компьютерная обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам с помощью программы EcoScaleWine: учебное пособие / Мар.гос.ун-т, Пущинский гос. Ун-т. Йошкар-Ола, 2008. 96 с.

3 Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений: монография / Л.А. Жукова, Ю.А. Дорогова, Н.В. Турмухаметова и др.; под общ. ред. проф. Л.А. Жуковой; Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2010. 368 с.

4 *Грохлина Т.И., Ханина Л.Г.* Автоматизация обработки геоботанических описаний по экологическим шкалам // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: сб. материалов II Всероссийской научной конференции / Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2006. С. 87-89.

USE OF ECOLOGICAL SCALES D.N. CIGANOVA FOR THE ESTIMATION OF HABITATS ARCTOSTAPHYLOS UVA-URSI (L). SPRENG

© 2012 M.A.Poljanskaja

Mari state university

In clause(article) ecological features of habitats *Arctostaphylos uva-ursi* (L) are considered. Spreng in vicinities of item Silicate Respubliki Maria El.

Key words: *ecological scales, ecological valency.*

Poljanskaja Maria Alekcandrovna, The student 3 rates of biologo-chemical faculty Mari state university, e-mail: ilovehitman@mail.ru

УДК 581.1

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH) И БЕРЕЗЫ ПУШИСТОЙ (*BETULA PUBESCENS* EHRH.) НА РАННИХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА

© 2012 В.Б. Придача, Т.А. Сазонова

Институт леса КарНЦ РАН, г. Петрозаводск

В данной статье показаны особенности элементного состава разных тканей и органов в сочетании с морфометрическим анализом структурных компонентов *Betula pendula* и *Betula pubescens (Betulaceae)* при нормальном и аномальном развитии проводящих тканей ствола в естественных условиях произрастания.

Ключевые слова: *Betula pendula var. pendula, Betula pendula var. carelica, Betula pubescens Ehrh., морфометрические показатели, макроэлементы.*

Древесные виды рода *Betula* имеют широкий ареал и являются основными лесообразующими видами на Северо-Западе России наряду с растениями родов *Pinus* и *Picea*. Благодаря большой транспирационной способности береза повислая (*Betula pendula* Roth) и береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.) играют важную роль в регулировании водного режима влажных местообитаний. Отмечают также почвоулучшающую роль березы, которая благодаря мощной корневой системе воздействует на почву, интенсивно вовлекая в биологический круговорот органические элементы из более глубоких горизонтов почвы. Кроме того, различные условия произрастания обуславливают высокий полиморфизм фенотипических признаков представителей рода *Betula*. Особый интерес для исследователей представляет карельская береза (*Betula pendula var. carelica*) с узорчатой древесиной, которую считают экологической формой березы повислой (*Betula pendula* Roth) [1]. Аномальное строение проводящих тканей карельской березы, вероятно, может сказываться как на поглощении и транспорте элементов минерального питания в целом растении, так и на распределении макроэлементов в отдельных тканях и органах. При этом для растений березы повислой (*Betula pendula*) с разной текстурой древесины отмечают тесную взаимосвязь между степенью аномальности в строении тканей ствола и структурно-функциональными характеристиками листового аппарата [2 и др.]. В этой связи представляет интерес сравнительное изучение элементного состава разных тканей и органов в сочетании с морфометрическим анализом структурных компонентов в ходе онтогенеза обычной березы повислой (*Betula pendula var. pendula*), карельской березы (*Betula pendula var. carelica*) и березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.) в естественных условиях произрастания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводили на экспериментальных участках Института леса КарНЦ РАН (ИЛ КарНЦ РАН). В качестве объектов исследований были выбраны саженцы 1-го года жизни березы повислой (*Betula pendula* var. *pendula*), карельской березы (*Betula pendula* var. *carelica* (Merclin) Hämet Ahti) и березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.), произрастающие в одинаковых почвенно-климатических условиях (южная Карелия, $61^0$45′N, $34^0$20′E). Отбор образцов проводили по окончании интенсивной ростовой активности (август) в 3-х биологических повторностях. Систематизация данных проводилась для отдельной ткани и органа (лист, кора, древесина, корень) и целого растения.

Химический анализ растительных образцов проводили в аналитической лаборатории ИЛ КарНЦ РАН. Определение содержания азота (*N*) выполняли с помощью элементного анали-

Придача Владислава Борисовна, к.б.н., научный сотрудник лаборатории физиологии и цитологии древесных растений ИЛ КарНЦ РАН, E-mail: pridacha@krc.karelia.ru; *Сазонова Татьяна Аркадьевна*, д.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории физиологии и цитологии древесных растений ИЛ КарНЦ РАН, E-mail: sazonova@krc.karelia.ru

затора PE-2410 (Perkin Elmer, США), калия (*K*) – методом атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектрофотометрии на атомно-абсорбционном спектрофотометре AA-6800 (Shimadzu, Япония), фосфора (*P*) - спектрофотометрическим методом с молибденовой синью [3]. Ошибка определения 5-10 %. Повторность проб трехкратная.

Анализ морфометрической характеристики листовых пластинок (длина и ширина листовой пластинки, длина черешка, площадь листовой пластинки) выполнен в программе SigmaScanPro5.

Отклонения (разность между двумя соотношениями N:P:K) выражали как корень квадратный из суммы квадратов разностей долей отдельных элементов: $\Delta_\Sigma = \sqrt{\Delta^2_N + \Delta^2_P + \Delta^2_K}$ [4].

Для обработки результатов использовали методы вариационной статистики [5 и др.]. Результаты наблюдений представлены в таблицах в виде средней арифметической величины и ошибки средней. Проверку гипотез и оценку существенных различий между средними величинами осуществляли с помощью критерия Стьюдента при 5 %-ном уровне значимости.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительный анализ распределения биомассы саженцев березы повислой, карельской березы и березы пушистой не выявил значимых различий между исследуемыми растениями ($p > 0,05$) (рис. 1). Однако анализ соотношения подземной (корни) и надземной массы (листья) выявил различия для исследуемых берез. Так, самые высокие значения соотношения подземной и надземной массы установлены для березы пушистой, тогда как меньшие значения этого показателя были у березы повислой и карельской березы, соответственно 0,73, 0,51 и 0,53. Кроме того, корневая система березы пушистой была в 1,5 раза длиннее, чем у повислой и карельской березы, соответственно 37, 25 и 26 см. Это свидетельствует о более интенсивном развитии подземной части саженцев березы пушистой и, напротив, надземной части саженцев исследуемых форм березы повислой, что хорошо согласуется с известными данными о различиях морфофизиологических характеристик, а также особенностях распределения ассимилятов в системе донорно-акцепторных отношений березы повислой и березы пушистой [6, 7 и др.].

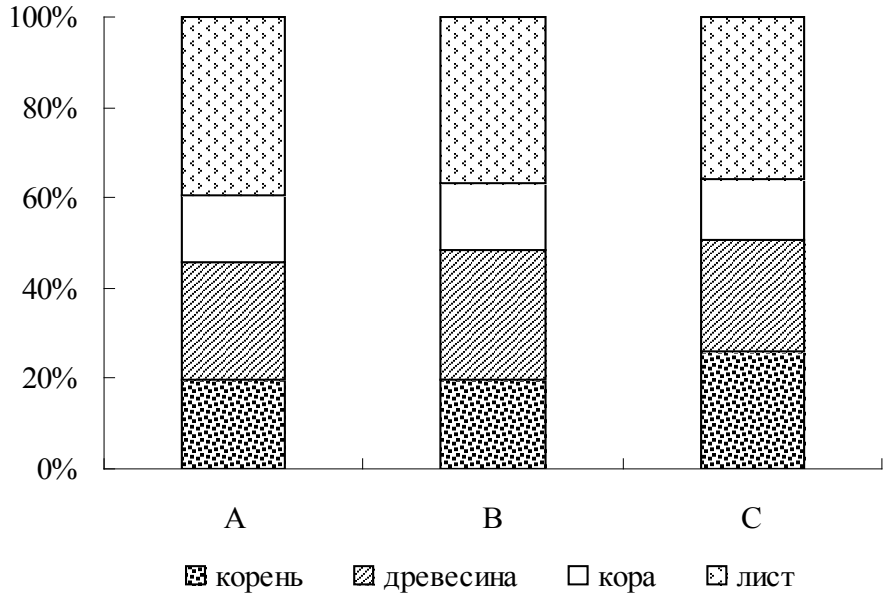


Рис. 1. Распределение биомассы по органам саженцев березы повислой (A), карельской березы (B) и березы пушистой (C) (абсолютно сухой вес выражен в относительных процентах)

Сопоставление морфометрических характеристик листовой пластинки саженцев обычной березы повислой, карельской березы и березы пушистой выявило достоверные различия всех показателей для исследуемых форм и видов березы (таб. 1). Так, самые высокие значения были отмечены для березы повислой, тогда как у карельской березы и березы пушистой значения площади, длины и ширины листа, и длины черешка были ниже на 41 и 23, 20 и 19, 25 и 16, 10 и 16 % соответственно. Следует отметить, что наименьшие значения параметров листа были отмечены для карельской березы. Это неожиданный результат, поскольку ранее нами [8] для 30-летних деревьев березы было показано более активное развитие листовой пластинки карельской березы узорчатой по сравнению с обычной березой повислой. Вероятно, причиной такого результата может быть ювенильный возраст исследуемых растений.

Таблица 1. Морфометрические характеристики листа саженцев разных видов и форм рода *Betula*

Показатель	**Форма *Betula pendula***		***Betula pubescens* Ehrh.**	**F_f (F_{st} = 3,05), p < 0,01**
	B. pendula var. pendula	***B. pendula var. carelica***		
Площадь листа, см^2	52,90 ± 2,61	31,10 ± 2,05	40,60 ± 2,60	16,54
Длина листа, см	9,70 ± 0,32	7,75 ± 0,30	7,90 ± 0,30	11,31
Ширина листа, см	8,20 ± 0,25	6,15 ± 0,25	6,90 ± 0,25	14,11
Длина черешка, см	2,45 ± 0,10	2,22 ± 0,10	2,05 ± 0,10	6,24

Примечание: F_f – критерий Фишера эмпирический, F_{st} – критерий Фишера табличный, p – уровень значимости.

Дальнейший анализ показателей листовой поверхности, рассчитанных согласно J. Packham, D. Harding [9], выявил следующие закономерности. Так, доля массы листьев (**ДМЛ**, отношение массы листьев к абсолютно сухой массе всего растения) была близкой у всех исследуемых растений и составила для березы повислой, карельской березы и березы пушистой 0,39, 0,37 и 0,36 соответственно. При этом удельная площадь листьев (**УПЛ**, отношение площади поверхности листьев к их сухой массе, дм^2 г$^{-1}$) увеличивалась в ряду б. пов < кар. б. < б. пуш. и составила 2,16, 3,19 и 3,44 дм^2 г$^{-1}$ соответственно. В тоже время максимальные значения удельной поверхностной плотности листьев (**УППЛ**, отношение массы листьев к площади поверхности листьев, г дм$^{-2}$) были установлены для березы повислой, тогда как для карельской березы и березы пушистой значения показателя были в 1,5-1,6 раза меньшие, соответственно 0,46, 0,31 и 0,29 г дм$^{-2}$. Как правило, более низкую **УПЛ** или большую толщину листа считают адаптивным свойством растений, способствующим более интенсивному максимальному фотосинтезу; также отмечают прямую зависимость интенсивности фотосинтеза от **УППЛ** [10, 11, 12 и др.]. Полученный нами результат косвенно свидетельствует о внутри- и межвидовых особенностях газообмена исследуемых берез, что хорошо согласуется с данными ряда авторов, исследовавших фотосинтетическую активность березы повислой, карельской березы и березы пушистой [13, 14].

При анализе распределения содержания основных элементов минерального питания в тканях и органах саженцев березы повислой, карельской березы и березы пушистой (рис. 2) была установлена общая закономерность для всех исследуемых растений: содержание *N*, *P*, *K* уменьшается в ряду лист > корень > кора > древесина, что согласуется с данными авторов, исследовавших потоки веществ в березовых насаждениях [15 и др.]. Этот результат свидетельствует о неодинаковой функциональной значимости отдельных органов и, в частности, подтверждает ведущую роль листа в функционировании донорно-акцепторной системы растения [16 и др.].

Сопоставление содержания и соотношения *NPK* в тканях и органах исследуемых берез не выявило значимых различий (p > 0,05) между исследуемыми группами берез. Можно отметить тенденцию более высокого содержания *N* и его доли в соотношении *N:P:K* в листе и древесине березы повислой и её формы – карельской березы по сравнению с березой пушистой, однако при

расчете на целое растение различия нивелируются. Т.А. Шуляковская с соавторами [17] также отмечает сходство физиолого-биохимических показателей, в частности липидного, жирнокислотного состава, и азотсодержащих соединений для растений березы повислой, карельской березы и березы пушистой на ранних этапах онтогенеза. Разность соотношений *N:P:K* между березой повислой и пушистой по органам была незначительной и составила для листа, коры, древесины, корня и целого растения 5, 3, 13, 0 и 4 %, соответственно. Следует также отметить близость диапазонов варьирования соотношения макроэлементов по органам березы повислой и карельской березы, и более широкий диапазон для березы пушистой, соответственно (58-70):(14-17):(13-27), (58-73):(12-15):(14-27) и (48-69):(13-19):(16-36).

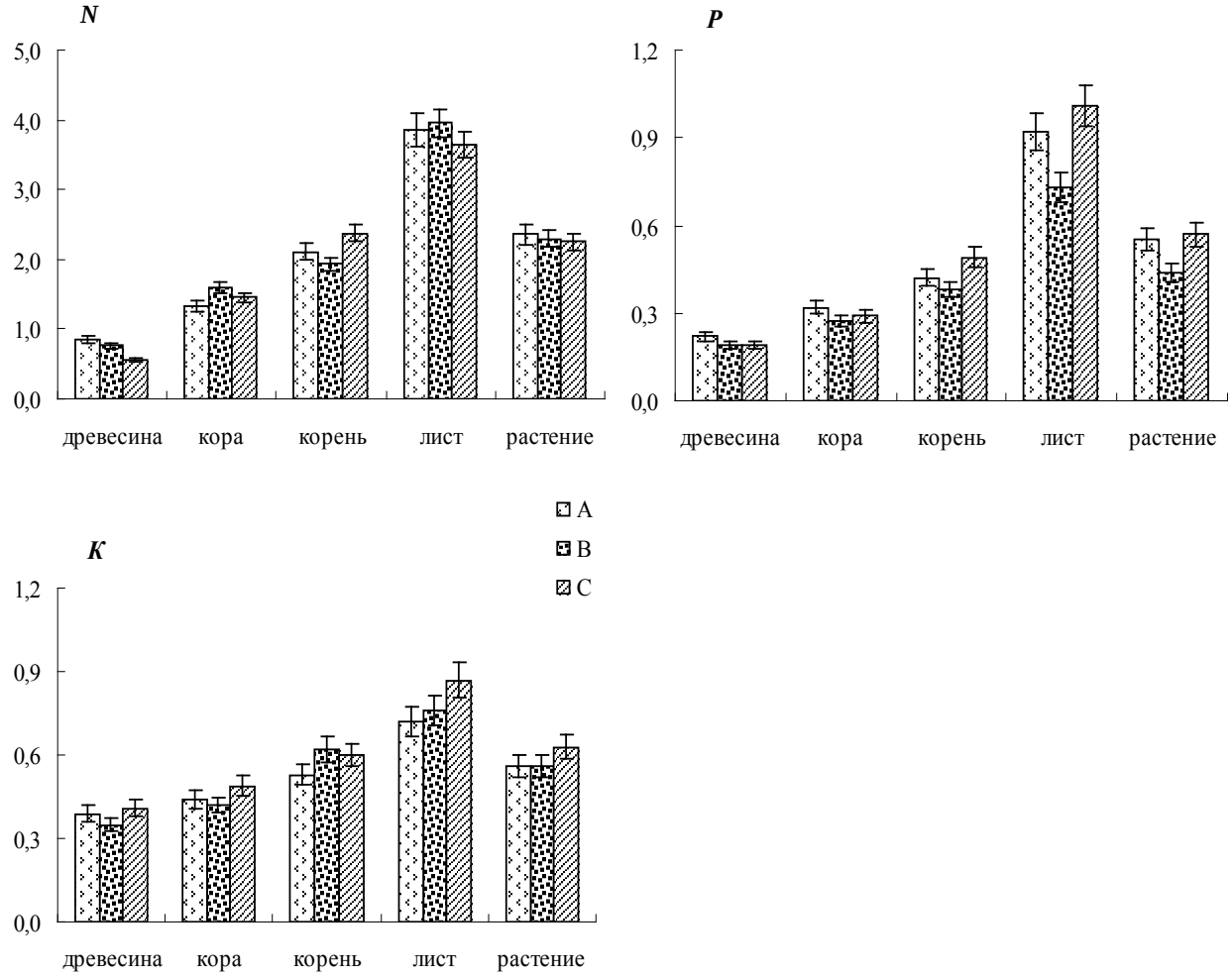


Рис. 2. Содержание (в % от сухого веса) азота (*N*), фосфора (*P*) и калия (*K*) в тканях и органах саженцев березы повислой (A), карельской березы (B) и березы пушистой (C)

Таким образом, исследование на ранних этапах онтогенеза структурно-функциональных особенностей саженцев березы повислой и её формы - карельской березы, и березы пушистой в одинаковых почвенно-климатических условиях показало сходство их элементного состава и различия в организации структуры растения, в частности в соотношении масс надземных и подземных органов, а также в формировании ассимиляционного аппарата. Сходство элементного состава, вероятно, обусловлено филогенетической близостью разных форм и видов берез. При этом известно, что береза повислая обладает большей конкурентоспособностью [6, 18 и др.], что проявляется в высокой потенциальной скорости роста, больших линейных размерах, хорошо развитой поверхности корней и листьев, и позволяет растению активно захватывать пространство над и под землей. Береза пушистая, напротив, отличается более высокой

морфофизиологической пластичностью и широкой нормой реакции в неблагоприятных ценотических условиях. В связи с этим очевидно, что выявленные различия структурных показателей березы повислой и березы пушистой проявляются вследствие разных генетически обусловленных адаптивных стратегий исследуемых растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новицкая Л.Л. Карельская береза: механизмы роста и развития структурных аномалий. Петрозаводск: Verso, 2008. 144 с.

2. Николаева Н.Н., *Новицкая Л.Л.* Структурные особенности ассимиляционного аппарата и формирование аномальной древесины карельской березы // Лесоведение. 2007. № 1. С. 70-73.

3. Методическое руководство по ускоренному анализу золы растений и определению азота. Петрозаводск, 1990. 45 с.

4. Вахмистров Д.Б., *Воронцов В.А.* Соотношение элементов минерального питания в среде и рост растений. 2. Уточнение формы купола отклика // Физиол. раст. 1994. Т. 41. № 1. С. 64-69.

5. Ивантер Э.В., *Коросов А.В.* Введение в количественную биологию. Петрозаводск, 2003. 304 с.

6. Ермаков В.И. Морфо-физиологические адаптации основных видов березы на Севере // Вопросы адаптации растений к экстремальным условиям Севера. Петрозаводск. 1975. С.63-88.

7. Ветчинникова Л.В. Береза: вопросы изменчивости (морфофизиологические и биохимические аспекты). М.: Наука, 2004. 183 с.

8. Придача В.Б., *Позднякова С.В.* Метрические параметры листьев и биохимические особенности *Betula pendula* var. *pendula* и *B. pendula* var. c*arelica* // Бот.журн. 2010. № 11. С. 1595-1605.

9. Packham J., *Harding D.* Ecology of woodland processes. L.: Arnold, 1982. 262 p.

10. Reich P.B., *Walters M.B.*, *Ellsworth D.S.* Leaf age and season influence the relationships between leaf nitrogen, leaf mass per area and photosynthesis in maple and oak trees // Plant Cell Environ. 1991. Vol. 14. P. 251–259.

11. Wright I.J., *Westoby M.*, *Reich P.B.* Convergence towards higher leaf mass per area in dry and nutrient poor habitats has different consequences for leaf life span // J. Ecology. 2002. Vol. 90. P. 534-543.

12. Shipley B., *Vile D.*, *Garnier E.*, *Wright I.J.*, *Poorter H.* Functional linkages between leaf traits and net photosynthetic rate: reconciling empirical and mechanistic models // Func. Ecol. 2005. Vol. 19. P. 602-615.

13. Дроздов С.Н., *Попов Э.Г.*, *Курец В.К.*, *Таланов А.В.*, *Обшатко Л.А.*, *Ветчинникова Л.В.* Влияние света и температуры на нетто-фотосинтез и дыхание *Betula pendula* var. *pendula* и *Betula pendula* var. *carelica* (*Betulaceae*) // Бот. журн. 1995. Т. 80. № 3. С. 60–64.

14. Курец В.К., *Дроздов С.Н.* Лабораторная оценка фотосинтетической активности сеянцев древесных растений // Лесоведение. 2008. № 3. С. 57-78.

15. Казимиров Н.И., *Морозова Р.М.*, *Куликова В.К.* Органическая масса и потоки веществ в березняках средней тайги. Л.: Наука, 1978. 216 с.

16. Курсанов А.Л. Транспорт ассимилятов в растении. М.: Наука, 1976. 646 с.

17. Шуляковская Т.А., *Ильинова М.К.*, *Репин А.В.*, *Канючкова Г.К.*, *Шредерс С.М.* Физиолого-биохимические особенности особей *Betula pubescens* и *B. pendula* (*Betulaceae*) на ранних этапах онтогенеза // Раст. ресурсы. 2010. Т .46. № 1. С. 57-66.

18. Евстигнеев О.И. Популяционные стратегии видов деревьев // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. М.: Наука, 2004. Кн. 1. С. 176-205.

MORPHOPHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF EARLY STAGES IN *BETULA PENDULA* AND *BETULA PUBESCENS (BETULACEAE)* ONTOGENY

© 2012 V.B. Pridacha, T.A. Sazonova

Forest Research Institute of Karelian Research Centre of RAS, Petrozavodsk

In given article features of the elemental composition of leaves, bark, wood and roots in combination with morphometric leaf analysis of *Betula pendula* and *Betula pubescens (Betulaceae)* in plants at normal and abnormal development of the trunk conducting tissues under natural growth conditions are shown.

Key words: *Betula pendula var. pendula, Betula pendula var. carelica, Betula pubescens Ehrh., morphometric parameters, macroelements*

Pridacha Vladislava Borisovna, PhD, researcher of Laboratory of woody plants physiology and cytology, Forest Research Institute of Karelian Research Centre of RAS, E-mail: pridacha@krc.karelia.ru; *Sazonova Tatjana Arcadjevna*, Dr. biol. sci., senior researcher of Laboratory of woody plants physiology and cytology, Forest Research Institute of Karelian Research Centre of RAS, E-mail: sazonova@krc.karelia.ru

УДК 581.93

БИОЛОГИЧЕСКИЙ СПЕКТР ФЛОРЫ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ Г. ДУБНА

© 2012 А.С. Теребова

Международный университет природы общества и человека «Дубна», г. Дубна

На примере флоры города Дубны Московской области рассмотрена классификация жизненных форм растений по системе К. Раункиера. В оригинальную классификацию К. Раункиера внесены дополнения. Составлен и проанализирован биологический спектр сосудистых растений г. Дубны.

Ключевые слова: *классификация, К. Раункиер, жизненная форма, биологический спектр*

Растения на протяжении своей жизни подвергаются влиянию различных экологических факторов: климатических, почвенных, ценотических и т.д. Под воздействием этих факторов складывается определённый морфологический облик растения, или его жизненная форма. Жизненные формы стали объектом внимания исследователей уже на первых этапах развития ботаники. Само понятие “жизненная форма” без его обозначения широко обсуждалось в работах Теофраста (300 лет до н.э). В дальнейшем жизненные формы нередко использовались в систематических целях в работах таких ботаников 18 века, как Морисон, Турнефор и др. [5] Однако все эти классификации отражали влияние на растения отдельно взятых экологических факторов (например, влажности, солёности почвы и т.д.). По мере расширения географического кругозора ботаников и накопления экологической информации о растениях все яснее оформлялась идея о типах приспособления растений в сходных условиях. Первая попытка выделить основные типы растений со сходным приспособлением ко всему комплексу факторов среды была предпринята А. Гумбольдтом (1806) в работе “Идеи о физиономичности растений” [3]. Именно с этого труда берёт начало учение о жизненных формах. Впервые термин “жизненная форма” был предложен Й. Э. Вармингом в 1884 году. Под жизненной формой он понимал такую форму, у которой вегетативное тело индивида находится в гармонии с внешней средой в течение всей жизни [2].

Впоследствии было предложено много систем жизненных форм растений, причём разные авторы использовали для классификации различные признаки. Из множества классификаций жизненных форм наибольшее признание получили две: К. Раункиера [11] и И.Г. Серебрякова [7].

В качестве адаптивного признака Раункиер использовал положение почек возобновления или верхушек побегов по отношению к поверхности почвы (или воды) в течение неблагоприятного периода времени [6]. В областях с сезонной периодичностью климата неблагоприятные для растений условия наступают главным образом в осенне-зимний сезон, а в аридных областях – в период летних засух [2]. Этот признак, на первый взгляд частный, имеет глубокий биологический смысл и широкое экологическое содержание, так как речь идёт о приспособлении не к одному какому-либо фактору, а ко всему комплексу факторов среды. Поэтому выбранный Раункиером признак оказался коррелятивно связанным с целым рядом других [2].

Первоначально было выделено 5 основных жизненных форм в системе Раункиера [8].

I. *Фанерофиты* (Ph) – почки возобновления, открытые или закрытые, расположены высоко над поверхностью почвы (выше 30 см). Деревья, кустарники, лианы, стеблевые суккуленты и стеблевые травы.

II. *Хамефиты* (Ch) – почки возобновления у поверхности почвы или не выше 20—30 см. Травянистые растения, кустарнички.

III. *Гемикриптофиты* (НК) – почки возобновления у поверхности почвы или в самом поверхностном слое ее, часто покрытом подстилкой. Многие луговые и лесные растения.

IV. *Криптофиты* (К) – почки возобновления скрыты в почве (геофиты) или под водой (гидрофиты).

V. *Терофиты* (Th) – переживание неблагоприятного периода года в виде семян (однолетники) или вегетативных диаспор (вегетативные однолетники – псевдотерофиты) [4].

Так как данная система не универсальна, многие учёные расширяют группы Раункиера, подразделяя их по каким-либо дополнительным признакам.

Так, А. В. Щербаков [10] впервые подчеркнул, что в классификации К. Раункиера учтено только две ситуации разделения среды: «почва-воздух» и «вода-воздух» (но не «грунт-вода»). В связи с этим некоторые авторы предлагают аналогично наземным растениям выделять среди гидрофитов водные терофиты, водные гемикриптофиты, водные геофиты, водные хамефиты или гидротерофиты, гидрокриптофиты, гидрогеофиты и гидрохамефиты. Если принимать такой подход, то к этим группам следует добавить и гидропсевдотерофиты – водные вегетативные однолетники, у которых на неблагоприятный период года сохраняются только клубни, турионы или зимующие листецы [4].

Флора города Дубны начитывает около 600 видов сосудистых растений, которые относятся к 94 семействам [9].

Фанерофиты среди дикорастущих видов г. Дубна представлены 77 видами, что составляет 13,1% от общего количества видов. Например, *Sálix frágilis* L., *Pópulus álba* L., *Sórbus aucupária* L., *Pádus ávium* Mill. (латинские названия таксонов приведены по «Определитель …», [6]).

Хамефитов во флоре города 21 вид (3,6%). Например, *Bérberis vulgáris* L., *Solánum dulcamára* L., *Verónica officinalis* L., *Linnaéa boreális* L.

Большинство сосудистых растений города являются гемикрипрофитами (284 вида, 48,3%), среди которых – *Phléum praténse* L., *Cárex praécox* Schreb., *Rúmex acetósa* L., *Chelidónium május* L.

Геофиты во флоре города представлены 39 видами (6,6%). Например, *Gymnocárpium dryópteris* (L.) Newm., *Equisétum sylváticum* L., *Aspáragus officinális* L.

К терофитам относятся 103 вида (17,5%) сосудистых растений города, к псевдотерофитам – 18 видов (3,1 %). К первым относятся, например, *Tríticum aéstivum* L., *Chenopódium álbum* L. aggr., *Papáver rhoéas* L. Ко вторым – *Stellária palústris* Ehrh. ex Hoffm., *Méntha arvénsis* L.

Гидрофитов во флоре г. Дубна насчитывается 32 вида, что составляет 5,4% от общего количества видов. Первых два места занимают гидрогемикриптофиты – 14 видов и гидропсевдотерофиты – 11 видов. К первым относятся, например, *Týpha angustifólia* L., *Scírpus lacústris* L. Ко вторым – *Lémna trisúlca* L., *Utriculária vutgáris* L.

Незначительную часть видов среди гидрофитов представляют гидрохамефиты (*Elodéa canadénsis* Michx., *Ceratophyllum demérsum* L., *Myriophýllum spicátum* L.), гидротерофиты (*Callítriche hermaphrodítica* L., *Callítriche palústris* L.) и гидрогеофиты (*Equisétum fluviátile* L., *Hippúris vulgáris* L., *Potamogéton nátans* L.).

По К. Раункиеру жизненные формы складываются исторически как результат приспособления растений к климатическим условиям среды. Процентное распределение видов на изучаемой территории по группам жизненных форм автор назвал *биологическим спектром*, или фито-климатическим спектром страны [8]. На основании этого были составлены биологические спектры для разных зон и стран, которые могут служить индикаторами климата.

В биологическом спектре сосудистых растений г. Дубны преобладают гемикриптофиты. Повышение доли гемикриптофитов характерно для флор умеренной зоны Евразии, так как они являются естественными доминантами в растительных сообществах умеренных широт. По К. Раункиеру [11] в умеренной флоре Средней Европы гемикриптофиты составляют 52%, криптофиты – 25%, терофиты – 9%, фанерофиты – 8%, хамефиты – 6%. Вторую позицию во флоре города занимают терофиты, являющиеся однолетниками, широко представленными на различного рода нарушенных городских местообитаниях. Отсутствие или сокращение в городских условиях влажных местообитаний объясняет снижение в спектре доли гидрофитов. Почки возобновления геофитов находятся в почве на некоторой глубине, поэтому произрастание их на уплотненных городских субстратах затруднено. Как правило, хамефиты первыми выпадают из сообщества при уплотнении почвы или сведении лесов, так как это растения

естественных лесных и степных ценозов. Следует отметить значительное число фанерофитов, что обусловлено присутствием культигенных древесных растений [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голованов Я.М., Абрамова Л.М. К характеристике флоры города Салавата (республика Башкортостан)// Биологические типы Христена Раункиера и современная ботаника. – Киров: Изд-во ВятГГУ, 2010. – 419.

2. Горышина Т.К. Экология растений. – М.: Высш. школа, 1979. – 368с.

3. Гумбольдт А. География растений, пер. с нем. – М. – Л., 1936.

4. Жмылев П.Ю., Леднев С.А., Щербаков А.В. Биоморфология водных растений: проблемы и подходы к классификации жизненных форм/ Л.В. Кудряшов. Ad memorium. - М., 2012. (в печати)

5. Культиасов И.М. Экология растений. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 384 с.

Определитель сосудистых растений центра европейской России. – М.: Аргус, 1995. – 560 с.

6. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение/ Полевая геоботаника. Т. 3. – М., Л.: Наука, 1964. – С. 146-205.

7. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. – М.: Высш. школа, 1962. – 380 с.

8. Теребова А.С., Алексеев Ю.Е., Жмылёв П.Ю., Карпухина Е.А. Флора г. Дубна: предварительный список дикорастущих сосудистых растений.// Вест. РУДН. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. - 2011. - №4. – С. 22-29.

9. Щербаков А.В. Классификация жизненных форм и анализ информации по региональным флорам водоемов// Бюл. Моск. об-ва испытат. природы. Отд. биол. – 1994. – Т. 99, вып. 2. – С. 70-75.

10. Raunkiaer C. The life forms of plants and statistical plant geography. – Oxford, Clarendon Press, 1934. – 632 p.

BIOLOGICAL SPECTRUM OF THE CITY OF DUBNA'S FLORA WILD PLANTS

© 2012 A.S. Terebova

International University of Nature, Society, and Man "Dubna"

The example of Dubna's flora, Moscow region serves as the basic for examination of a classification of life forms of plants in the C. Raunkiaer`s system. The original C. Raunkiaer`s classification has been added. Compiled and analyzed the biological spectrum of Dubna's vascular plants.

Key words: *classification, C. Raunkiaer, life form, biological spectrum.*

УДК 582(582.394)

ЩИТОВНИК МУЖСКОЙ (*DRYOPTERIS FILIX-MAS* (L.) SCHOTT) — НОВЫЙ РЕЛИКТОВЫЙ ВИД ВО ФЛОРЕ АНГАРСКОГО КРЯЖА

© 2012 О.А. Чернышева

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск

Описано новое местонахождение реликтового вида *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott.
Ключевые слова: *Ангарский кряж, местообитание, реликтовый вид.*

Ангарский кряж – горный кряж в Иркутской области России. Протягивается в юго-восточной части Среднесибирского плоскогорья от предгорий Восточного Саяна на северо-востоке до бассейна Нижней Тунгуски, его протяженность около 800 км, высота – до 1022 м [1]. Он выступает северо-западной границей Верхнего Приангарья, где сочетаются разнообразные ландшафты и растительные сообщества, свойственные Предбайкалью и Забайкалью [2]. Такая контрастность рельефа создает хорошие условия для богатства и разнообразия растительного мира [8], поэтому исследования Ангарского кряжа очень актуальны. Ранее в 2009 г. на Ангарском кряже нами были проведены исследования, где был впервые обнаружен реликтовый кустарник волчник обыкновенный (*Daphne mezereum* L.) и ряд других редких видов [9].

Dryopteris filix-mas (L.) Schott, интересен уже тем, что это один из немногих реликтовых травянистых видов, являющийся ярким представителем неморальной флоры. Это вид один из представителей древнейшего семейства Dryopteridaceae, о чем свидетельствует не только его положение в системе сосудистых растений, но и широкое, большей частью космополитическое распространение. Вид встречается в Северной и Южной Америке, Евразии и Северной Африке [6].

В Сибири ареал *Dryopteris filix-mas* носит реликтовый характер. Один из крупнейших рефугиумов в пределах Алтае-Саянской горной системы – липовые леса (Положий, Крапивкина, 1985). За Енисеем он представлен разрозненными эксклавами, самые восточные из которых заходят на северные отроги Хамар-Дабана. Здесь вид встречается по долине р. Снежной в топольниках и пихтовых парковых лесах [3]. В Иркутской области щитовник мужской был известен из предгорий Восточного Саяна и Хамар-Дабана. На территории Приангарья отмечен в двух пунктах: с. Икей и с. Бажей, в сосновых, темнохвойных и смешанных лесах, на прибрежных каменистых террасах [4].

На Ангарском кряже этот вид ранее не отмечался. В июле 2011 г. в пределах этой горной системы щитовник мужской был встречен нами в п. Падунское Братского района в районе плотины ГЭС, в лесопарковой зоне, где кроме исследуемого вида встречается реликтовый вид пузырница физалисовая (*Physochlaina physaloides* (L.) G. Don fil.). Эта находка *Dryopteris filix-mas* самая северная для Приангарья – восточные предгорья Ангарского кряжа (с.ш. 56°17, в.д. 101°47, высота 320 м над ур. моря), смешанный березово-сосновый разнотравный лес с примесью ивы (6Б4С+Ив); высота древостоя 18 м; сомкнутость крон 0,5. Второй ярус высотой около 10 м, представлен березой, ивой и осиной (5П5К+Ос), третий ярус того же состава имеет высоту около 5 м. В кустарниковом ярусе хорошо выражена спирея, смородина. Травяной покров неравномерный, проективное покрытие около 60 %. Травянистые растения представлены таволгой средней, гвоздикой разноцветной, анагаллидиумом вильчатым, фиалкой удивительной, фиалкой песчаной, вейником Павлова, камнеломкой колючей, пасленом Китагавы, недоспелкой копьевидной, многоножкой виргинской, вудсией эльбской. Напочвенный покров из зеленых мхов умеренно развит – проективное покрытие 40 %.

Ольга Чернышева, младший научный сотрудник группы гербарий СиФиБР СО РАН, E-mail: helga8408@mail.ru

Местообитание щитовника можно охарактеризовать следующими климатическими характеристиками [5]: степень континентальности по Ценкеру от 75 до 80 %, сумма температур выше 10^0C 1400-1500^0, увлажнение достаточное (влияние Братского водохранилища). Эти условия, достаточно щадящие для столь удаленного северного района Иркутской области. Описанное местообитание щитовника мужского благоприятно для всех теневых гидрофитов, что дает основания полагать, что при дальнейшем исследовании Ангарского кряжа будут сделаны новые и ценные находки неморальных реликтовых сосудистых растений.

Выполнение работы поддержано грантом Программы Президиума РАН № 26.1.1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас Иркутской области: экологические условия развития. – М. – Иркутск, 2004. – 90 с.

2. *Белов А.В., Лямкин В.Ф., Соколова Л.П.* Картографическое изучение биоты. – Иркутск: Облмашинформ, 2002, 160 с.

3. *Епова Н.А.* Реликты широколиственных лесов в пихтовой тайге Хамар-Дабана // Изв. Биол.-географ. науч.-иссл. инст. при Иркут. гос. ун-те. – 1956. – Т.16, Вып. 1-4. – С. 25-61.

4. Красная книга Иркутской области / Под ред. О.Ю. Гайковой и др. – Иркутск: ООО изд-во «Время странствий», 2010. – 480 с.

5. *Картушин В.А.* Агроклиматические ресурсы юга Восточной Сибири. Иркутск: «Восточно-Сибирское книжное издательство», 1969. – 100 с.

6. *Малышев Л.И., Пешкова, Г.А.* Нуждаются в охране: Редкие и исчезающие растения Центральной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1979. – 172 с.

7. *Положий А.В., Крапивкина Э.Д.* Реликты третичных широколиственных лесов во флоре Сибири. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1985. – 158 с.

8. *Попов М.Г.* Основные периоды формообразования и иммиграций во флоре Средней Сибири в век антропофитов и реликтовые типы этой флоры // Избранные сочинения. Ашхабад: Изд-во Акад. наук Туркмении, 1958. – 489 с.

9. *Чернышева О.А.* Волчник обыкновенный (*Daphne mezereum* L.) – новый реликтовый вид во флоре Ангарского кряжа / Проблемы экологии: чтения памяти проф. М.М. Кожова: тезисы докл. междунар. науч. конф. и междунар. шк. для мол. ученых (Иркутск, 20-25 сентября 2010 г.). – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2010. – С. 192.

DRYOPTERIS FILIX-MAS (L.) SCHOTT – NEW RELIC SPECIES IN FLORA OF ANGARSK RANGE

© 2012 O.A. Chernysheva

Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS

Described the new location of the relic species Dryopteris filix-mas (L.) Schott.

Olga Chernysheva, junior research scientist. E-mail: helga8408@mail.ru