

На правах рукописи

СКОТНИКОВ ДМИТРИЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ

**ДЕНДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ЕЛИ СИБИРСКОЙ (*PICEA OBOVATA* LEDEB.)
В УСЛОВИЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
(УФИМСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ЦЕНТР)**

03.00.16 – Экология

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Уфа – 2007

Работа выполнена в лаборатории лесоведения Института биологии Уфимского научного центра Российской академии наук

Научный руководитель: кандидат биологических наук, доцент
Зайцев Глеб Анатольевич

Официальные оппоненты: доктор биологических наук
Мукатанов Асхат Хатмуллович

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
Коновалов Владимир Федорович

Ведущая организация: Башкирский государственный
университет (г. Уфа)

Защита диссертации состоится « 6 » апреля 2007 года в 14.00 часов на заседании Регионального диссертационного совета КМ 002.136.01 при Институте биологии Уфимского научного центра Российской академии наук по адресу: 450054, г.Уфа, пр. Октября, д.69. тел.: (347) 235-53-62, E-mail: ib@anrb.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института биологии Уфимского научного центра РАН и на официальном сайте <http://www.anrb.ru/inbio/dissovet/index.htm>

Автореферат разослан « 28 » февраля 2007 года

Ученый секретарь
Регионального диссертационного совета,
кандидат биологических наук, доцент

Уразгильдин Р.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В крупных промышленных центрах (одним из которых является Уфимский) актуальна проблема создания устойчивых древесных насаждений, способных выполнять роль фитофильтра. Функция фитофильтра осуществляется за счет поглощения значительной части газообразных поллютантов из воздуха, но превышение предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе угнетает рост и возобновление лесных насаждений (Гетко, Кулагин, Яфаев, 1978; Николаевский, 1979). Для функционирования фитофильтра необходимо соблюдение следующих условий: растения, входящие в его состав должны быть устойчивы к природным и техногенным экстремальным факторам среды, без изменений сохранять рост и развитие, а также и способность к возобновлению.

Загрязнение воздуха, в первую очередь, влияет на надземную часть хвойных древесных растений. Воздействие промышленных загрязнителей на корневые системы древесных растений в настоящее время изучено недостаточно. Но именно благодаря особенностям строения корневых систем деревьев, чья надземная часть сильно поражена техногенными выбросами, продолжают существовать (Ярмишко, 1997). Согласно официальной информации (Государственный доклад..., 2003, 2004, 2005, 2006), в Уфимском промышленном центре преобладает смешанное промышленное загрязнение с высоким содержанием в составе выбросов смесей предельных и непредельных углеводородов. Воздействие углеводородного типа загрязнения атмосферы на лесные сообщества имеет свои специфические особенности, требующие дальнейшего изучения.

Цель и задачи исследований. Цель работы – изучение особенностей формирования ассимиляционного аппарата и строения корневых систем ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в условиях техногенного загрязнения окружающей среды и разработка рекомендаций по использованию данного вида при создании санитарно-защитных лесонасаждений вблизи источников нефтехимического загрязнения и при озеленении городов, являющихся крупными промышленными центрами.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Оценить относительное жизненное состояние насаждений ели сибирской в условиях углеводородного загрязнения.
2. Изучить особенности роста и развития побегов и ассимиляционного аппарата ели сибирской в условиях техногенеза.
3. Изучить влияние промышленного загрязнения на формирование корневых систем ели сибирской.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые для Башкирского Предуралья получены количественные характеристики развития надземной части и корневой системы ели сибирской в условиях промышленного центра с преобладанием углеводородного загрязнения.

Защищаемые положения:

1. В условиях Уфимского промышленного центра (нефтехимическое загрязнение окружающей среды) происходит изменение относительного жизненного состояния насаждений ели сибирской со «здоровых» на «ослабленные».
2. Ель сибирская реагирует на смешанный тип загрязнения с преобладанием углеводородной составляющей уменьшением длины побегов с одновременным увеличением длины и массы хвои. Нефтехимическое загрязнение влияет на динамику годового прироста стволовой древесины.
3. Реакция корневых систем ели сибирской на углеводородное загрязнение заключается в перераспределении корневой массы, изменении соотношения сосущих, полускелетных и скелетных корней во всех горизонтах почвенного профиля и в увеличении корненасыщенности почвы.

Практическая значимость. Полученные данные могут быть использованы для составления практических рекомендаций по внедрению ели сибирской в состав санитарно-защитных насаждений при озеленении промышленных центров с преобладающим нефтехимическим типом загрязнения окружающей среды.

Организация исследований: Работа выполнена в 2003-2006 г. в период обучения в очной аспирантуре Института биологии УНЦ РАН. Работа выполнялась при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), гранты №№05-04-97901, 05-04-97903, 05-04-97906.

Обоснованность и достоверность материалов исследований подтверждается большим объемом экспериментальных данных, применением научно-обоснованных

методик, использованием современных методов обработки, анализа и оценки достоверности полученных результатов.

Декларация личного участия автора. Автором определены цель и задачи, подобрана и адаптирована методика проведения исследований. Осуществлен сбор и обработка первичного полевого материала, выполнена статистическая обработка результатов, анализ и обобщение полученных результатов.

Апробация работы. Материалы диссертационной работы обсуждались на Международной научно-практической конференции «Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России» (Пенза, февраль 2005 г.), на III конкурсе научных работ молодых ученых и аспирантов УНЦ РАН и АН РБ (Уфа, декабрь 2005 г.), на Всероссийской научной конференции «Проблемы использования и воспроизводства лесных ресурсов», (Казань, сентябрь 2006 г.), на Международной научной конференции «Проблемы устойчивого функционирования водных и наземных экосистем» (Ростов-на-Дону, октябрь 2006 г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 5 научных работ, в том числе 1 статья в журнале из списка ВАК.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов, списка использованной литературы (208 наименований, в том числе 23 работы на иностранных языках) и приложения. Основной текст изложен на 160 страницах, включает 6 таблиц и 39 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ВВЕДЕНИЕ

Показана актуальность темы, определены цель и задачи исследований, сформулирована научная новизна и практическая значимость работы.

1. ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НА ЖИЗНЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Рассматривается влияние техногенного загрязнения на состояние древесных растений в обзоре работ отечественных и зарубежных авторов. Помимо общих вопросов воздействия токсикантов промышленного происхождения освещается

специфика различных видов загрязнения, в том числе нефтехимического, характерного для района исследования. Приведены списки древесных растений, различающихся по газоустойчивости (Ткаченко, 1952; Сергейчик, 1985; Акопджанян и др., 1985; Кулагин, 1987; Дендрэкология..., 1996). Указаны основные пути проникновения поллютантов в органы древесных растений, характерные признаки повреждения ассимиляционного аппарата и корневых систем, сделан акцент на недостаточную изученность влияния техногенного загрязнения на корневые системы древесных растений (Ярмишко, 1997). Показана специфика реакции ели сибирской на промышленное загрязнение воздуха, что требует дальнейшего изучения.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Даны описания расположения, геологии, гидрографии, рельефа, климата, почвы и растительности района исследований. По литературным данным (отечественным и зарубежным) приведена эколого-биологическая характеристика объекта исследования – ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.). Освещается распространение, характеристики и типы еловых лесов, ботаническая характеристика объекта исследования и рода *Picea* в целом, требования ели к климатическим и почвенным условиям, зависимость ели от различных факторов среды и особенности ее возобновления.

Для исследования особенностей состояния, роста и развития ели сибирской в условиях Уфимского промышленного центра на разном удалении от источника углеводородного загрязнения заложена серия пробных площади в еловых насаждениях (10Е). Типы почв под насаждениями – темно-серые лесные и чернозем выщелоченный.

Методы проведения исследований подбирались согласно поставленным задачам. Закладку и описание пробных площадей проводили стандартными методами (Сукачев, 1966; Методы исследования..., 2002). Почвенные исследования проводились по общепринятым методикам (Агрехимические методы..., 1975).

Измерение диаметров стволов деревьев проводилось мерной вилкой на уровне груди (1,3 м от шейки корня), высоты – с помощью высотомера.

Определение возраста деревьев производилось по древесным кернам, отобранным с помощью бурава Mora (Sweden) и Suunto (Finland). Прирост древесины определялся в лаборатории по годичным кольцам с помощью микроскопа МБС-1 (Россия) (Методы изучения..., 2002).

Оценка жизненного состояния (ОЖС) насаждений ели сибирской проводилась по методике В.А. Алексеева с соавторами (1990). Расчет жизненного состояния древостоя производили по формуле:

$$L_v = \frac{100 \cdot v_1 + 70 \cdot v_2 + 40 \cdot v_3 + 5 \cdot v_4}{V},$$

где L_v – относительное жизненное состояние древостоя, рассчитанное с учетом размера деревьев; v_1 – объем древесины здоровых деревьев лесообразователя на пробной площади или на 1 га, в m^3 ; v_2, v_3, v_4 – то же для ослабленных (поврежденных), сильно ослабленных и отмирающих деревьев соответственно; 100, 70, 40 и 5 – коэффициенты, выражающие (в процентах) жизненное состояние здоровых, ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев; V – общий запас древесины деревьев древостоя на пробной площади или 1 га, в m^3 (включая объем сухостоя).

Отбор образцов для исследования особенностей формирования ассимиляционного аппарата производился 3 раза в течение вегетационного периода (июнь, июль и август). Для определения длины побегов с каждой пробной площади (с 5-10 деревьев) отбиралось по 15-30 ветвей, содержащих побеги 1-го, 2-го и 3-го года. В лаборатории производилось измерение длины 50-и побегов и 100-а хвоинок трех возрастов каждой пробной площади с помощью штангенциркуля с точностью до 0,01 см.

Для определения массы хвои ели с 50-и собранных ветвей каждого из трех возрастов с каждой пробной площади производили отбор 100 хвоинок после предварительного их высушивания в термощкафе ШС-0,25-20 (Россия) при температуре 60°C в течение 2-х суток. Отсчитывали по 10 образцов (ежемесячно) из каждого возраста с каждой пробной площади. Образцы взвешивались на лабораторных весах ВЛТЭ-150 (Россия) с точностью до 1 мг.

Для исследования корневых систем методом «бура» использовался стандартный почвенный бур диаметром 4 см (площадь сечения – 12,56 cm^2 , объем получаемых монолитов – 125,6 cm^3) с 10-кратной повторностью взятия монолитов. На пробных площадях определялось 3-4 модельных дерева, вокруг которых на расстоянии 70 см от ствола брались 3-4 монолита до глубины 1 м (интервал глубины

– 10 см). Затем в лабораторных условиях производилась отмывка, сушка, разделение на фракции и взвешивание корней.

Для исследования корневых систем методами «среза» и «монолитов» на каждой пробной площади было заложено по две траншеи. Исследования проводились в течение двух полевых сезонов (2004-2005 гг). Траншеи имели вертикальную площадь среза грунта 2 м² с расстоянием от ближайшего «среднего» дерева 70-80 см (исследуемая площадь – 1 м в глубину и 2 м в длину). Модельные деревья отбирались как «средние» на основании таксационных характеристик и ОЖС насаждений. Закладка траншей проводилась во второй половине вегетационного периода (август-октябрь). Площадь среза грунта делилась на 100 прямоугольников 20x10 см, затем на миллиметровке зарисовывались все выходы корней в масштабе 1:2. Корни разделялись на 3 группы по диаметру: меньше 1 мм (поглощающие), от 1 до 3 мм (полускелетные) и больше 3 мм (скелетные) (Калинин, 1989). Измерения диаметра корней проводились штангенциркулем, длину и высоту монолитов измеряли линейкой. Корненасыщенность почвы по методу «среза» рассчитывали на единицу площади вертикальной поверхности, а именно: количество выходов корней на стенке почвенных траншей в пересчете на 1 дм².

Почвенные монолиты, полученные методом «монолитов», отмывались в лаборатории с использованием специальных сит с диаметром ячеек до 2 мм. Далее извлеченные корни разделялись на фракции. В наших исследованиях использовалась дробность фракций, предложенная И.Н. Рахтеенко (1952) для древесных растений – корни разделялись согласно их диаметру на 3 категории: до 1 мм, 1-3 мм и более 3 мм. При этом корни с диаметром до 1 мм относили к деятельным и условно деятельным (сосущие), 1-3 мм – к полускелетным (проводящие), более 3 мм – к скелетным (проводящие). Перед взвешиванием корни высушивались в термошкафе ШС-0,25-20 (Россия) при температуре 60 °С в течение 2-х суток; взвешивание корней производилось на лабораторных весах ВЛТЭ-150 (Россия) с точностью до 1 мг.

Диаметр и длину полускелетных и скелетных корней измеряли штангенциркулем с точностью до 0,01 см. Длину корней диаметром до 1 мм определяли по формуле:

$$l = \frac{4 \cdot m}{3,14 \cdot r_{cp} \cdot d^2}$$

где m – масса поглощающих корней в пробе, d – средний диаметр корней в пробе, ρ_{cp} – объемная плотность корней.

Объемная плотность корней определяется по формуле:

$$r_{cp} = \frac{4 \cdot m_{1-3}}{3,14 \cdot d_{1-3}^2 \cdot l_{1-3}}$$

где m_{1-3} – масса полускелетных корней в пробе, l_{1-3} – длина полускелетных корней в пробе, d_{1-3} – средний диаметр корней в пробе.

Корненасыщенность почвы определялась на единицу площади горизонтальной поверхности 10 см слоя почвы (г/м² и см/м²).

Полученные данные обрабатывались на компьютере общепринятыми статистическими методами (Плохинский, 1970; Зайцев, 1984) с использованием программ Excel 2003 и Statistica 6.0.

3. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАДЗЕМНЫХ ОРГАНОВ ЕЛИ СИБИРСКОЙ В УСЛОВИЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Относительное жизненное состояние насаждений ели сибирской в зонах сильного и среднего уровня нефтехимического загрязнения характеризуется как «ослабленное» ($L_v = 68-71,5\%$), в условиях относительного контроля – как «здоровое» ($L_v = 96\%$). В условиях загрязнения деревья ели сибирской имеют плохо сформированную крону (густота на 30% меньше нормы). Стволы слабо очищаются от мертвых сучьев, заметны повреждения хвои (хлорозы, некрозы). В насаждениях отмечается сухостой и отмирающие деревья (до 20%). В контроле деревья ели имеют хорошо сформированную крону (сомкнутость – до 1,0), стволы хорошо очищаются от мертвых сучьев и отсутствуют видимые поражения хвои.

Годовой прирост стволовой древесины ели сибирской до 1976 года на всех пробных площадях варьирует слабо, с 1977 по 1987 годы наблюдаются максимальные показатели в зоне сильного загрязнения (разница в средних приростах составляет 19,8-63%). В период с 1987 по 1992 годы приросты максимальны в зонах среднего и сильного загрязнения, с 1993 года – в контроле, в зоне сильного загрязнения – минимальны (разница в средних приростах составляет 9,9-60,2%) (рис.1).

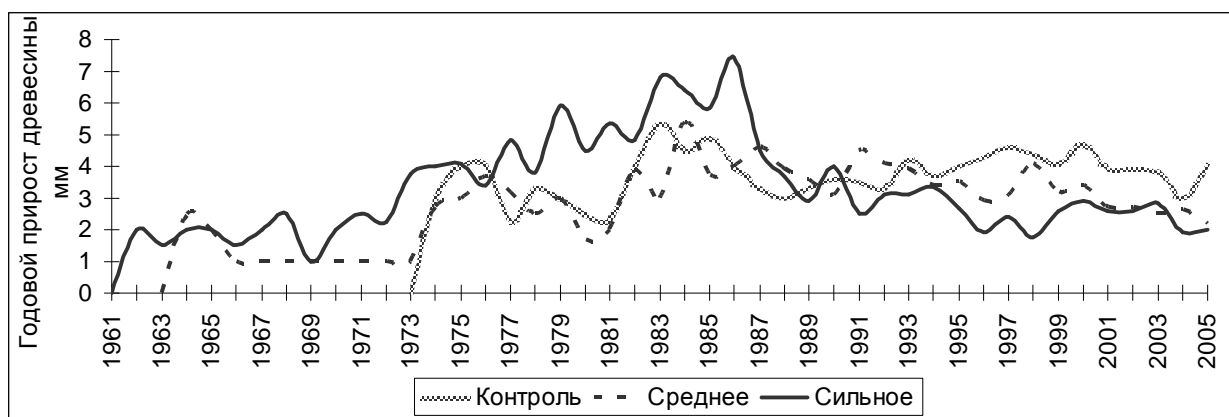
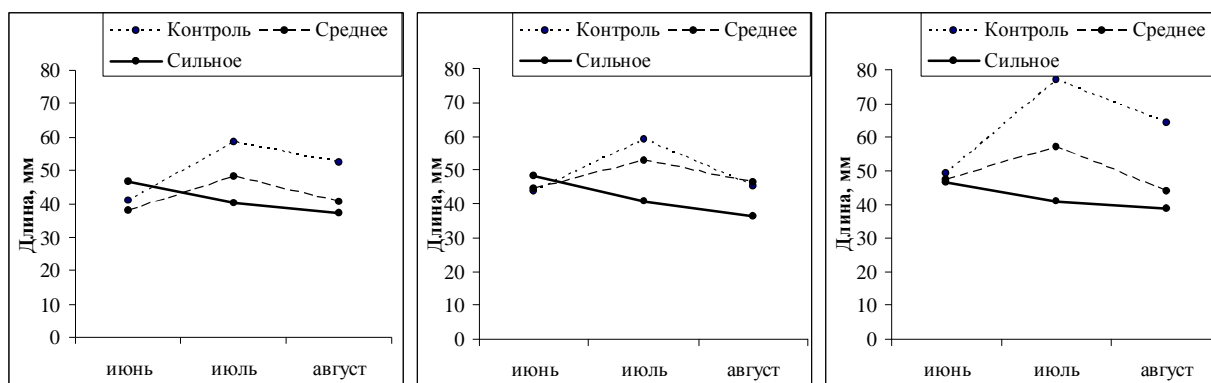


Рис. 1. Динамика прироста стволовой древесины ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в условиях нефтехимического загрязнения Уфимского промышленного центра

Ель сибирская реагирует на углеводородное загрязнение в Уфимском промышленном центре уменьшением длины побегов с одновременным увеличением длины хвои. В июне средняя длина побегов первого, второго и третьего года жизни на всех пробных площадях варьирует слабо (максимальная разница составляет 23 %). В июле и августе наибольшие значения длины имеют побеги в контроле, в зоне сильного загрязнения наблюдаются минимальные значения длин побегов, разница между побегами разных возрастов незначительна. В июне и июле средняя длина хвои всех возрастов максимальна в зоне сильного загрязнения, минимальна в зоне контроля, промежуточное положение занимает зона среднего загрязнения (за исключением июльской хвои 3-го года в зоне среднего загрязнения). В августе наблюдается аналогичная тенденция, однако хвоя второго и третьего года жизни в зоне умеренного загрязнения имеет максимальную длину (рис. 2).

А



1-й год

2-й год

3-й год

Б

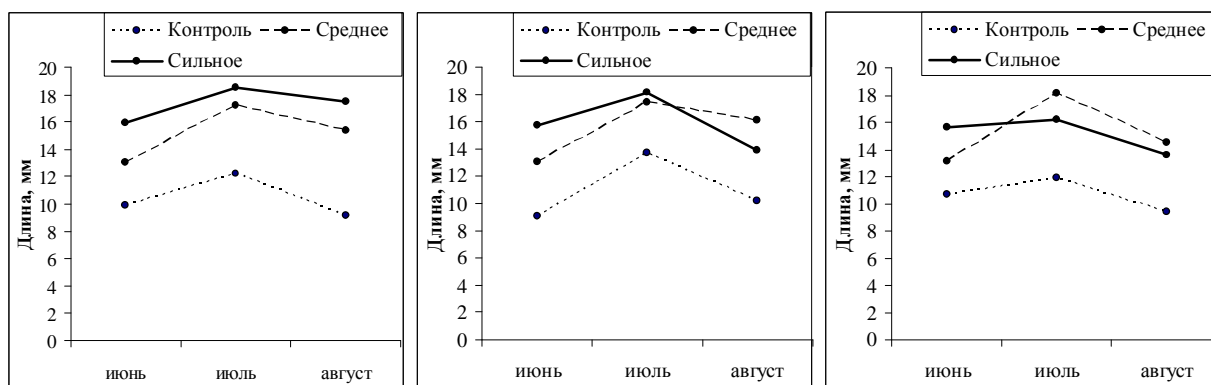


Рис.2. Длина побегов (А) и хвои (Б) ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в условиях нефтехимического загрязнения Уфимского промышленного центра

В зоне умеренного загрязнения в июле и августе наблюдается максимальное значение массы хвои 1 года, в июне масса хвои на всех пробных площадях приблизительно одинакова. Масса хвои второго и третьего года жизни в зонах сильного загрязнения и контроля достоверных различий не имеет на протяжении всего вегетационного периода. В зоне среднего загрязнения масса хвои второго года в июне минимальна, в июле и августе – максимальна, масса хвои третьего года максимальна в течение всего вегетационного периода (рис.3).

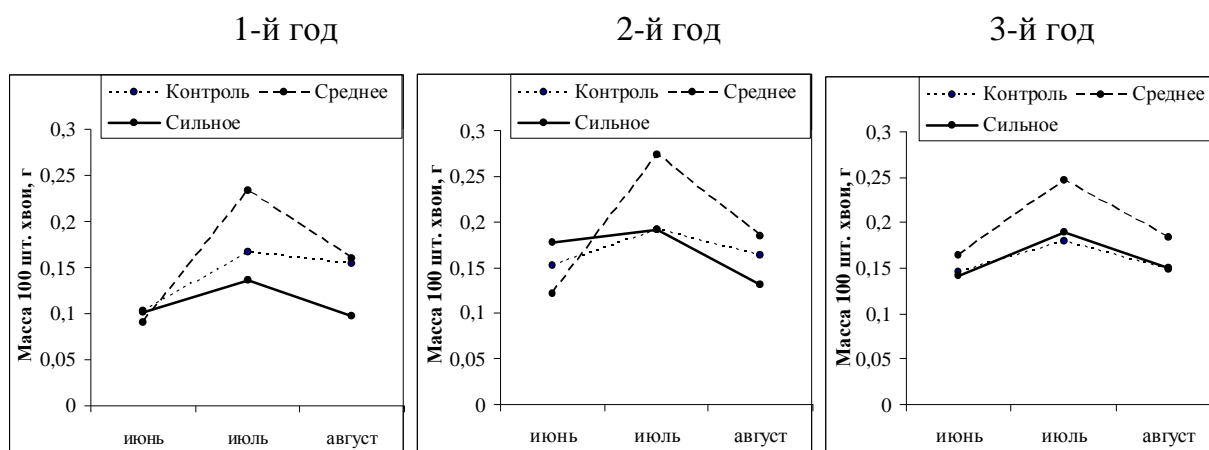


Рис. 3. Масса хвои ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в условиях нефтехимического загрязнения Уфимского промышленного центра

4. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ ЕЛИ СИБИРСКОЙ В УСЛОВИЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Методом «бура» установлено уменьшение общей корненасыщенности по мере приближения к источнику нефтехимического загрязнения, что наиболее выражено на глубине 0-10 см. Насыщенность почвы сосущими корнями в зоне контроля на глубине 0-40 см превосходит корненасыщенность в зонах среднего и сильного загрязнения, на остальных глубинах значения приблизительно одинаковы.

Насыщенность почвы полускелетными корнями повторяет предыдущую тенденцию на глубине 0-20 и 80-100 см, на другой глубине наблюдается значительное увеличение корненасыщенности с приближением к источнику загрязнения. Следует отметить, что метод «бура» в связи с малым объемом получаемых монолитов не дает достоверных данных насыщенности почвы скелетными корнями (в 10-кратной повторности).

По мере приближения к источнику загрязнения изменяется соотношение распределение массы корней по профилю почвы: в горизонте 0-10 см происходит уменьшение процентного отношения веса корней от общей массы (с 47,5% в контроле до 17,4% в зоне среднего и 28,3% в зоне сильного загрязнения). В зонах загрязнения (средней и сильной) масса корней распределяется по горизонтам почвы более равномерно, по сравнению с контролем; в целом можно констатировать «избегание» корнями самого верхнего горизонта, граничащего с подстилкой.

Установлен факт значительного увеличения длины корней ели сибирской в условиях углеводородного загрязнения, значительнее всего – в верхнем горизонте почвы.

Методом «среза» было установлено, что общее количество выходов корней с увеличением загрязнения возрастает: в зоне сильного загрязнения выходов корней в среднем на 53% больше, чем в зоне контроля. Отмечена достоверная тенденция изменения общего количества выходов корней на глубине 0-20 см. В контроле почти половина от общего количества выходов корней находится в горизонте почвы 0-10 см, что в 3 раза больше, чем на глубине 10-20 см. При повышении загрязнения количество выходов корней в обоих горизонтах почти сравнивается (рис. 4).

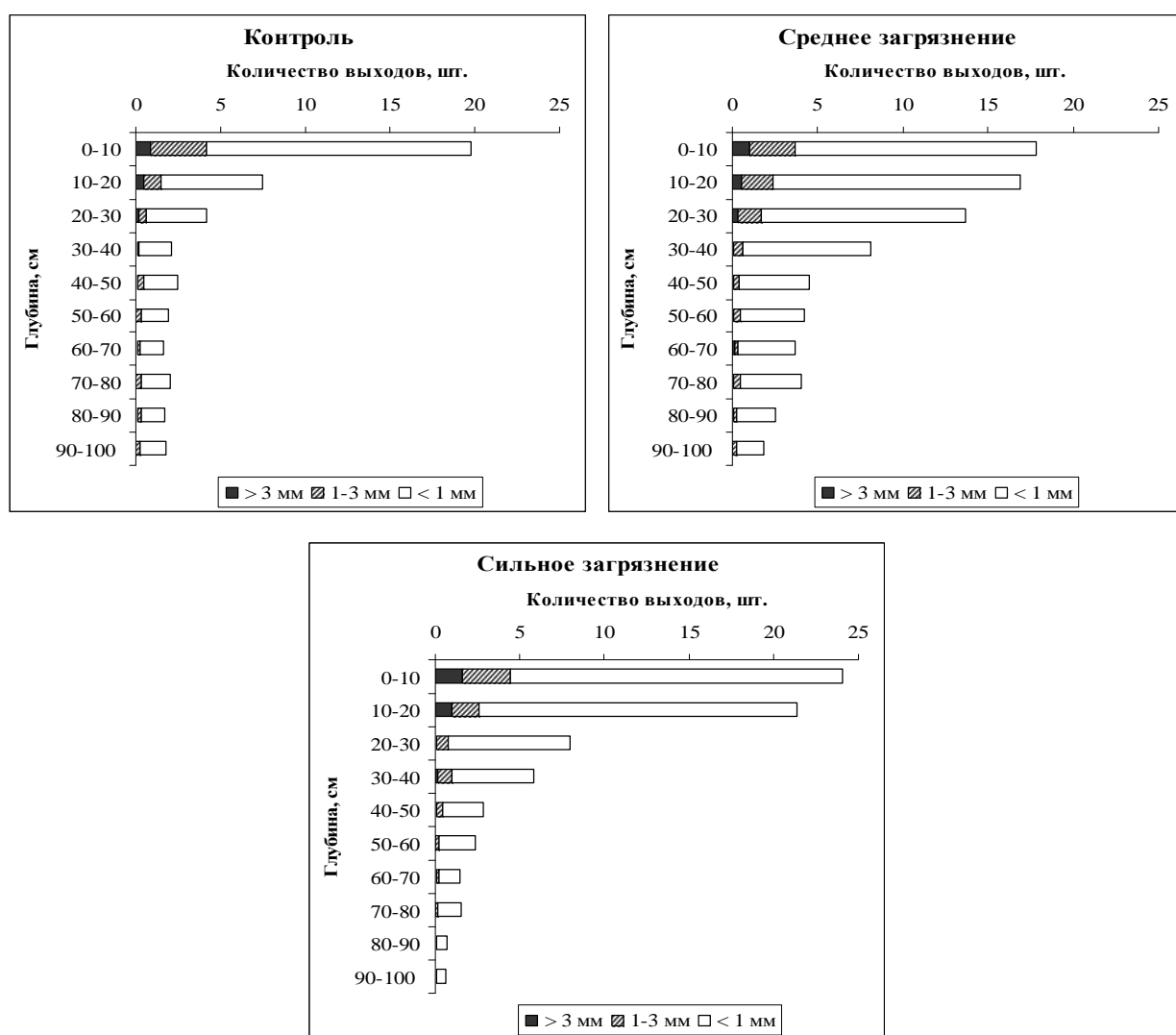


Рис. 4. Количество выходов корней ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) на стенке почвенных траншей (в пересчете на 1 дм²) при возрастании степени нефтехимического загрязнения Уфимского промышленного центра

При определении доли каждой фракции корней отмечено, что с увеличением загрязнения доля фракции поглощающих корней возрастает, а полускелетных – снижается на всех уровнях глубины за исключением 30-40 и 90-100 см (разница составляет до 10%). Доля фракции скелетных корней увеличивается при этом в горизонтах почвы 0-10 и 40-70 см в 1,5 раза, снижаясь во всех остальных.

Методом «монолитов» было установлено, что большая часть корневой массы (84% всей массы) сосредоточена на глубине до 60 см, при этом отмечается следующая закономерность: при возрастании уровня углеводородного загрязнения уменьшается доля корней, располагающихся на этой глубине. При увеличении загрязнения на глубине 0-30 см наблюдается значительное снижение насыщенности почвы сосущими корнями, а с 30 см ситуация изменяется на противоположную. Происходит увеличение насыщенности почвы полускелетными корнями во всех горизонтах за исключением 0-10 см. При возрастании загрязнения увеличивается насыщенность почвы скелетными корнями по всему профилю почвы за исключением горизонта 20-30 см (рис. 5-6).

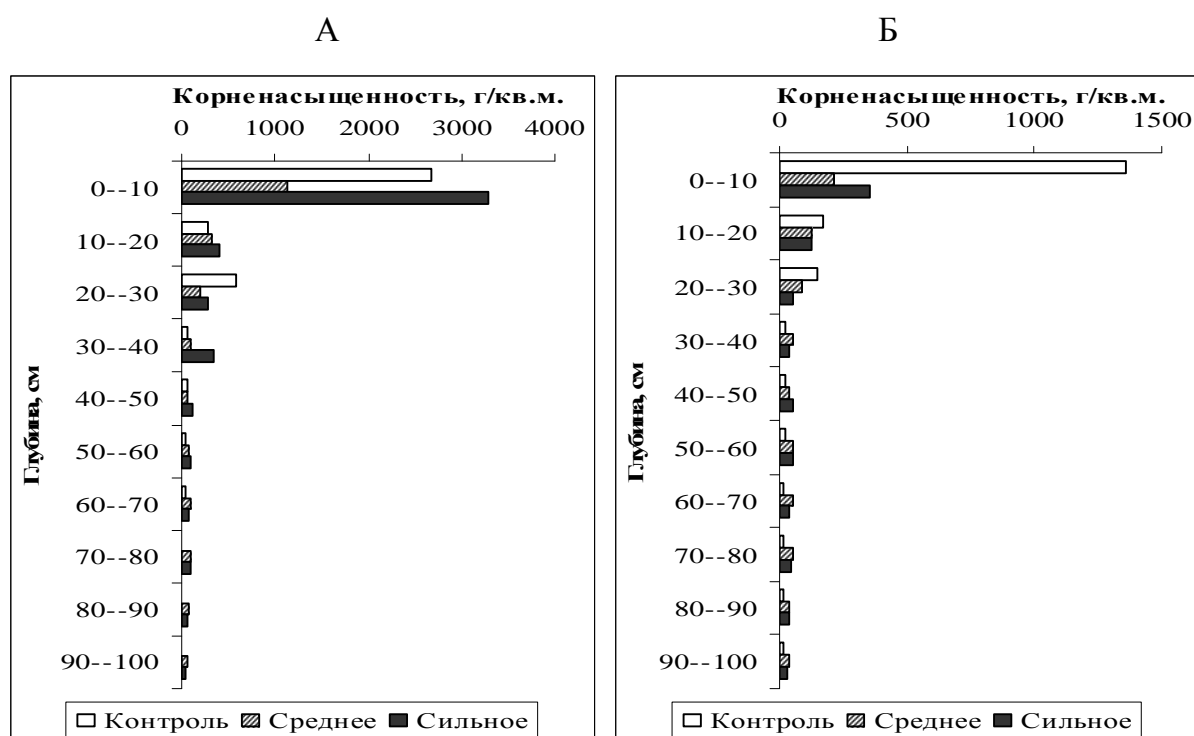


Рис. 5. Корненасыщенность почвы (в г/м²) в насаждениях ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в условиях нефтехимического загрязнения Уфимского промышленного центра (метод «монолитов») (А – общая, Б – сосущих корней)

Распределение корневой массы по фракциям в пределах одного горизонта характеризуется увеличением доли скелетных корней с одновременным снижением доли сосущих на глубине 0-40 см и 60-80 см (разница достигает 40% в верхнем горизонте), в остальных горизонтах отмечается обратная закономерность, доля полускелетных корней изменяется слабо. В зоне среднего загрязнения часто нарушается последовательность вышеупомянутой закономерности.

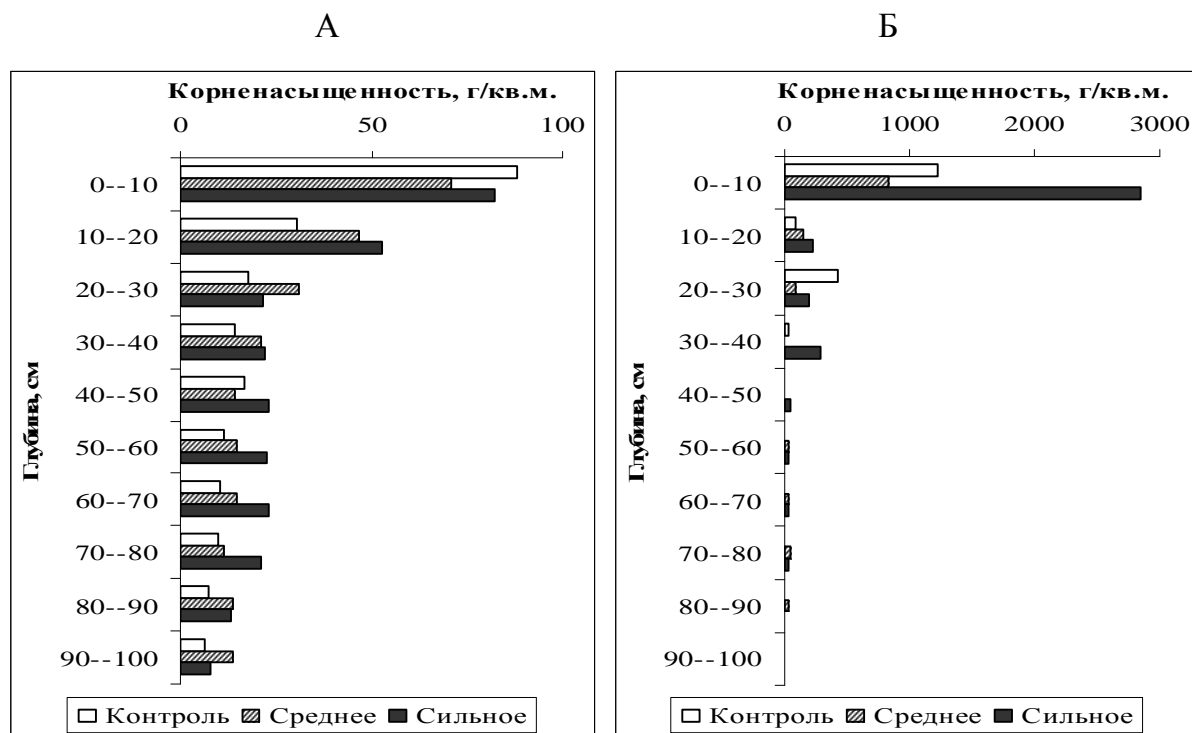


Рис. 6. Корненасыщенность почвы (в г/м²) в насаждениях ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в условиях нефтехимического загрязнения Уфимского промышленного центра (метод «монолитов») (А – полускелетных, Б – скелетных корней)

На глубине 0-30 см наблюдается значительное снижение корненасыщенности, рассчитанной по длине корней, с 30 см ситуация изменяется на противоположную. Показатели насыщенности почвы сосущими корнями повторяют картину общей корненасыщенности. Длина полускелетных и скелетных корней при увеличении степени нефтехимического загрязнения изменяется на разной глубине неоднозначно (рис. 7-8).

В распределении корневой массы по фракциям в пределах одного горизонта наблюдается уменьшение доли полускелетных корней (в 2-5 раз) с одновременным увеличением доли сосущих корней на глубине 30-100 см при возрастании уровня загрязнения. На глубине 0-30 см отмечается обратная картина.

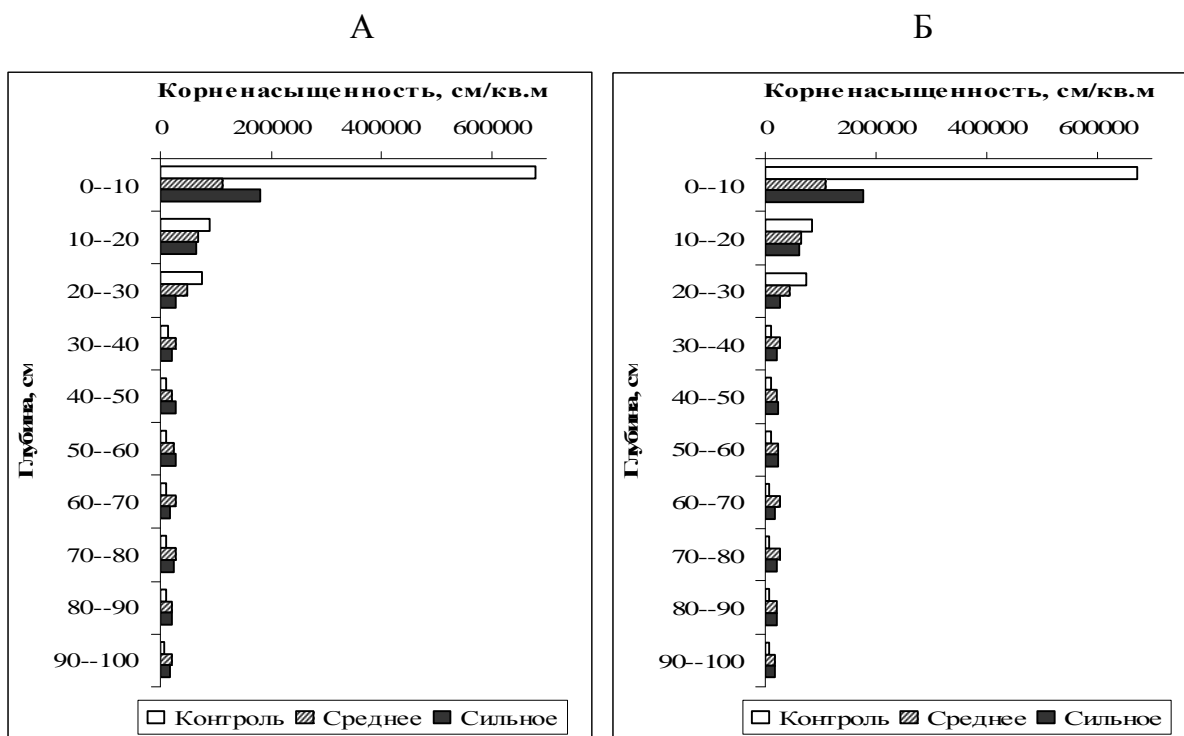


Рис. 7. Корненасыщенность почвы (в см³/м²) в насаждениях ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в условиях нефтехимического загрязнения Уфимского промышленного центра (метод «монолитов») (А – общая, Б – сосущих корней)

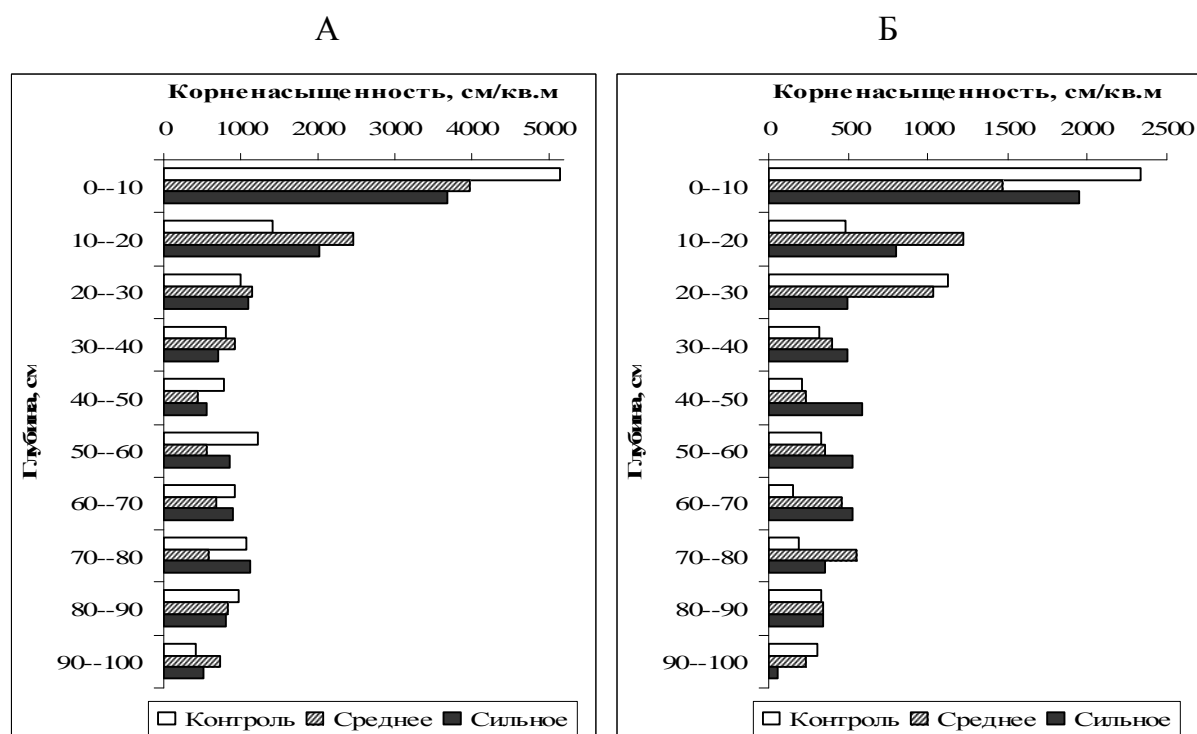


Рис. 8. Корненасыщенность почвы (в см³/м²) в насаждениях ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в условиях нефтехимического загрязнения Уфимского промышленного центра (метод «монолитов») (А – полускелетных, Б – скелетных корней)

5. ДЕНДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЕЛИ СИБИРСКОЙ В УСЛОВИЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Проведено обобщение данных влияния нефтехимического загрязнения Уфимского промышленного центра на надземные органы и корневые системы насаждений ели сибирской. Воздействие углеводородного загрязнения на формирование и строение надземной части и корневых систем ели сибирской заключается в перераспределении корневой массы, изменении соотношения сосущих, полускелетных и скелетных корней во всех горизонтах почвенного профиля, увеличении корненасыщенности почвы, уменьшении длины побегов с одновременным увеличением длины и массы хвои. Данные изменения рассматриваются как адаптивные реакции, направленные на выживание и обеспечение устойчивого роста и развития ели сибирской в условиях нефтехимического типа загрязнения окружающей среды.

ВЫВОДЫ

1. Составлена эколого-биологическая характеристика насаждений ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.), одного из важнейших лесообразователей Республики Башкортостан, произрастающих в условиях смешанного типа загрязнения с преобладанием углеводородной составляющей (Уфимский промышленный центр). Установлено, что в условиях данного типа загрязнения относительное жизненное состояние насаждений ели сибирской классифицируется как «ослабленное». В условиях контроля относительное жизненное состояние насаждений оценивается как «здоровое».

2. Получены количественные данные, характеризующие особенности и степень развития надземной части насаждений ели сибирской в условиях углеводородного загрязнения. Установлено, что ель сибирская реагирует на углеводородное загрязнение в Уфимском промышленном центре уменьшением длины побегов с одновременным увеличением длины хвои. Выявлен факт значительного (до 30%) увеличения массы хвои в зоне умеренного загрязнения при отсутствии достоверных различий веса хвои в фоновых условиях и непосредственной близости к источнику загрязнения.

3. Впервые для условий Башкирского Предуралья представлены количественные данные, характеризующие особенности и степень развития корневых систем ели сибирской. В условиях нефтехимического загрязнения исследования методом «монолитов» и «среза» установлен факт увеличения корненасыщенности почвы в насаждениях ели (отмечено увеличение общего количества выходов корней, их массы и длины). Особенно заметными являются изменения, происходящие в верхнем слое почвы (0-20 см), где наблюдается явление «избегания» поглощающими корнями подстилки и граничащего с ней слоя. По мере приближения к источнику загрязнения в насаждениях ели сибирской отмечается увеличение доли полускелетных корней с одновременным снижением доли сосущих корней на глубине до 30 см, на глубине свыше 30 см отмечается обратная картина.

4. Для исследования корневых систем древесных растений, в том числе и ели сибирской, рекомендуется использовать, прежде всего, методы «среза» и «монолитов», дающие наиболее точную информацию о строении, архитектонике и распределении корней по профилю почвы, их массе и длине. Метод «бура» может быть использован для экспресс-анализа общих закономерностей строения корневых систем. Для выявления особенностей развития корней древесных растений (в 10-и кратной повторности) метод «бура» не может быть рекомендован.

5. Изменения в надземных органах, происходящие под воздействием углеводородного загрязнения, и одновременное с ними увеличение корненасыщенности почвы, а также перераспределение корневой массы разных фракций по горизонтам свидетельствует о реализации комплекса адаптивных реакций ели сибирской, направленных на повышение устойчивости данного вида в условиях загрязнения Уфимского промышленного центра. При умеренном загрязнении окружающей среды ель сибирская способна сохранять высокие темпы роста и стабильно выполнять функцию фитофильтра и в целом может быть рекомендована для создания санитарно-защитных лесонасаждений в крупных промышленных центрах с преобладающим нефтехимическим типом загрязнения окружающей среды.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Скотников Д.В., Зайцев Г.А. Формирование корневой системы ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в условиях Уфимского промышленного центра // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России». - Пенза: МНИЦ ПГСХА, 2005. - С.231-233.
2. Скотников Д.В. Особенности формирования корневой системы ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в условиях углеводородного загрязнения воздуха (Уфимский промышленный центр) // Материалы III конкурса научных работ молодых ученых и аспирантов УНЦ РАН и АН РБ. - Уфа: Гилем, 2005. - С.93-95.
3. Скотников Д.В., Зайцев Г.А. Особенности строения корневой системы ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в условиях нефтехимического загрязнения // Проблемы использования и воспроизводства лесных ресурсов. – Казань: ФГУ ВНИИЛМ, 2006. – С.322-328.
4. Зайцев Г.А., Кулагин А.Ю., Скотников Д.В. Особенности строения корневых систем хвойных в условиях нефтехимического загрязнения (Уфимский промышленный центр) // Материалы Международной научной конференции «Проблемы устойчивого функционирования водных и наземных экосистем». – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет, 2006. – С.137-139.
5. Зайцев Г.А., Скотников Д.В. Развитие корневой системы ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в условиях нефтехимического загрязнения воздуха (Уфимский промышленный центр) // Вестник МГУЛ. Лесной Вестник. – 2007. – №1. – С.13-16.