Электронный архив УГЛТУ

На правах рукописи

Золотова Екатерина Сергеевна

ЛЕСОТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ПОЧВ ЗАУРАЛЬСКОЙ ХОЛМИСТО-ПРЕДГОРНОЙ ПРОВИНЦИИ

06.03.02. – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Екатеринбург – 2013

Электронный архив УГЛТУ

Работа выполнена в лаборатории популяционной биологии древесных растений и динамики леса Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Ботанический сад» Уральского отделения Российской академии наук.

Научный руководитель: Петрова Ирина Владимировна, доктор биологических наук

Официальные оппоненты: Кайгородова Светлана Юрьевна, кандидат биологических наук, ФГБУН «Институт экологии растений и животных» УрО РАН, лаборатория экотоксикологии и популяции сообществ, научный сотрудник

Менщиков Сергей Леонидович, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБУ науки «Ботанический сад» Уральского отделения РАН, лаборатория экологии техногенных растительных сообществ, заведующий

Ведущая организация: «Сибирская ЛОС» – филиал ФБУ ВНИИЛМ

Защита состоится 18 декабря 2013 года в 10^{00} часов на заседании диссертационного совета Д 212.281.01 при ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» по адресу: 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, ауд. 401.

А-1768

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Автореферат разослан « 13 » ноября 2013 г.

Ученый секретарь диссертационного совета канд. с.-х. наук, доцент Магасумова Альфия Гаптрауфовна

Научная библиотека УГЛТУ г. Екатеринбург

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Более 90% площади Свердловской области расположено в лесной зоне, из них 62,7% покрыто лесами, подвергающимися активному антропогенному воздействию. Происходит сокращение площади коренных лесов, снижение их устойчивости и биоразнообразия, смена производными растительными сообществами. В связи с этим особо актуально изучение региональных и ландшафтных особенностей трансформации природных комплексов и прогнозирование последствий хозяйственного использования. Исследования усложняются гетерогенностью горных условий и поливариантностью динамики экосистем. Необходимо создание базы данных по структуре растительности и физическим, химическим свойствам почв. На основе принципов генетической типологии Б.П. Колесниковым, Р.С. Зубаревой, Е.П. Смолоногowым (1973) составлен кадастр типов леса Свердловской области, который продолжает использоваться для научных целей и лесоустройстве. Однако особенности структуры растительности и почв различных типов леса в пределах их топологических профилей предгорных и тем более горных регионов до настоящего времени оставались не изучены. Несмотря на большое количество статей и монографий (Иванова, 1949; Ржанникова, 1965, 1973; Фирсова, Ржанникова, 1966, 1968, 1972; Фирсова, 1968, 1969, 1977, 1986; Дедков, Павлова и др., 1987; Новогородова, 1996-1998, 2002; и др.), посвященных лесным почвам Среднего Урала, их современное состояние изучено недостаточно. В частности, почти не выявлены закономерности изменения физических и химических свойств в почвенном профиле для различных типов леса и их устойчивость к антропогенным факторам. Особую ценность представляет изучение структуры подпологовой растительности и свойств почв, которые после сплошных рубок и пожаров во многом определяют направление и интенсивность восстановительно-возрастных смен. Не проводились количественные экологические исследования взаимосвязи структуры, биоразнообразия и динамики растительности с физическими и химическими характеристиками почв в разных типах леса и их антропогенных вариантах (на вырубках и гарях).

Цель исследования. На основе подходов генетической лесной типологии изучить особенности структуры, разнообразия и взаимовлияния растительности и физических, химических свойств почв южно-таежных лесов Зауральской холмисто-предгорной провинции.

Задачи исследования:

1. Изучить основные параметры и градиенты структуры растительности, физических, химических свойств почв условно-коренных типов леса, вырубок-гарей в обобщенном топоэкологическом профиле и создать базу данных.

Электронный архив УГЛТУ

2. На основе эколого-флористической классификации определить положение изучаемых типов леса в международной системе синтаксономических единиц.
3. Выявить тенденции изменения физических, водно-физических и химических свойств почв условно-коренных типов леса и вырубок-гарей внутри почвенных профилей.
4. Изучить взаимосвязи лесотипологического и видового разнообразия условно-коренной растительности и вырубок-гарей с физическими, химическими характеристиками почв.
5. Исследовать влияние сплошных рубок, пожаров на структуру растительности и физические, химические свойства почв. В топоэкологическом профиле трех типов леса и соответствующих им вырубок-гарей изучить особенности сезонной динамики влажности почв.

Научная новизна результатов исследований. Впервые для Зауральской холмисто-предгорной провинции Среднего Урала на примере обобщенного топоэкологического профиля изучены лесотипологические особенности структуры растительности и физических, химических свойств почв условно-коренных лесов и вырубок-гарей. Получена сравнительная количественная оценка особенностей градиентов физических и химических свойств почв в пределах почвенных профилей основных типов леса и соответствующих им вырубок-гарей. Определено положение типов леса Зауральской холмисто-предгорной провинции в международной системе синтаксономических единиц.

Теоретическая и практическая значимость работы. Для обобщенного топоэкологического профиля южно-таежных лесов Зауральской холмисто-предгорной провинции составлена база данных по структуре растительности и физическим, химическим свойствам почв условно-коренных типов леса и вырубок-гарей. Дана характеристика почв и растительности типов лесорастительных условий и типов леса в схеме Б.П. Колесникова (Колесников и др., 1973), широко используемой в лесоустройстве. Подтверждены общеэкологические законы: положительным влиянием на биоразнообразие обладают мощность почв, устойчивость увлажнения; отрицательным – недостаточность или избыточность увлажнения, сильно- и среднекислая реакция водной вытяжки почв, доминирование ели сибирской. Выявленные лесотипологические особенности структуры растительности и физических, химических почв используются для построения и верификации математических моделей динамики лесных экосистем, с целью их прогнозирования и оценки устойчивости (Иванова и др., 2011; Ivanova, Zolotova, 2013).

Методология и методы исследования. В основу изучения положен метод пробных площадей и общепринятые методики лесогеоботанических и почвенных исследований. Пробные площади (0.25-0.5 га) подбирались по положению в рельефе, градиенту увлажнения, согласно принципам генетической типологии Б.П. Колесникова (Колесников, 1956) и кадастру типов леса Свердловской области (Колесников и др., 1973). Изучены 12 типов условно-коренных лесов 120-180-летнего возраста и 11 типов вырубок-гарей 1–12-летней давности. Для типа леса сосняк ягодниково-липняковый исследована восстановительно-возрастная динамика после сплошных рубок. Рассмотрен временной ряд от 1-55 лет. Всего заложено 36 пробных площадей, 443 учетные площадки. Проведены комплексные лесогеоботанические исследования: таксация древостоя (Анучин, 1982), учет подроста древесных растений на лентах 4х20 м (2–4 ленты на пробную площадь) (Методы изучения…, 2002), общее геоботаническое описание (Александрова, 1964; Уланова, 1995). Обилие оценивалось по шкале Браун-Бланке (Раменский, 1971; Braun-Blanquet, 1964; Westhoff, Maarel, 1978), проективное покрытие и фитомасса видов травяно-кустарничкового яруса определялись на площадках 1х1 м (Методы изучения…, 2002). Полнопрофильные почвенные разрезы закладывались согласно Б.Г. Розанову (2004), морфологическое описание проводилось в соответствии с традиционной классификацией (Классификация и диагностика почв …, 1977) для обеспечения преемственности исследований изучаемого региона (Фирсова, Ржанникова, 1966, 1977; и др.), отобрано 129 образцов почв, пробоподготовка – согласно общепринятым методикам (Аринушкина, 1970; ГОСТ 17.4.4.02 – 84). Изучены скелетность почв и распределение частиц по фракциям, плотность сложения, плотность твердой фазы, общая пористость, гигроскопическая и максимальная гигроскопическая влажность, влажность завядания, кислотность почвы (pH_{H2O}, pH_{KCl}), содержание легкоподвижного калия (Аринушкина, 1970; Новицкий и др., 2009; ГОСТ 28268-89; ГОСТ 26423-85; ГОСТ 26483-85; ОСТ-10-271-2000). Сезонная полевая влажность определялась термовесовым методом (Новицкий и др., 2009; ГОСТ 28268-89). Для трех типов условно-коренных лесов и вырубок-гарей: сосняк брусничниковый, ягодниково-липняковый, разнотравный, получено 19 временных рядов (с конца апреля по сентябрь, интервал – 7 дней), проанализировано 646 образцов почвы.

Положения, выносимые на защиту:

1. Лесотипологические особенности структуры растительности и физических, химических свойств почв условно-коренных южно-таежных лесов и вырубок-гарей Зауральской холмисто-предгорной провинции.
2. Тенденции динамики физических и химических свойств почв после сплошных рубок и пожаров.
3. Лесотипологические закономерности сезонной динамики влажности почвы по горизонтам в трех типах леса и ее трансформация на вырубках-гарях.

Степень достоверности результатов обеспечивается проведением большого количества натурных и лабораторных исследований с использованием апробированных методик. Достоверность полученных данных под-

Электронный архив УГЛТУ

тверждается результатами статистической обработки с помощью EXCEL и Statistica 6.0.

Апробация работы. Основные результаты исследований доложены на научных и научно-практических конференциях: 10-ти международных либо всероссийских с международным участием («Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования», Нижний Тагил, 2010, 2012; «Ресурсный потенциал почв – основа продовольственной и экологической безопасности России», Санкт-Петербург, 2011; «Любищевские чтения. Современные проблемы эволюции», Ульяновск, 2011, 2013; «Состояние лесов и актуальные проблемы лесоуправления», Хабаровск, 2013), 4-х всероссийских («Биосферные функции почвенного покрова», Пущино, 2010; «XIV Докучаевские молодежные чтения. Почвы в условиях природных и антропогенных стрессов», Санкт-Петербург, 2011; «Экология: сквозь время и расстояние», Екатеринбург, 2011; «Философия и методология науки», Ульяновск, 2011) и 1-й региональной («Охраняемые природные территории – основа экологической устойчивости региона», Уфа, 2010). Основные результаты по теме диссертации опубликованы в 19 статьях, в том числе 6 – в изданиях по списку ВАК и 3 – на английском языке.

Личный вклад автора заключается в анализе состояния проблемы, выборе адекватных методов и объектов исследования, сборе полевого материала, проведении лабораторных исследований, обработке, обобщении и интерпретации полученных результатов.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 208 страницах, состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы и 8 приложений. Текст диссертации содержит 20 таблиц, иллюстрирован 65 рисунками. Список литературы включает 362 наименования, в том числе 38 – на иностранных языках.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ПОЧВ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

В главе рассмотрено развитие генетической лесной типологии в России и, в частности, на Среднем Урале (Колесников и др., 1973; Зубарева, 1984, 1986; Смолоногов, 1990, 2006). Для региона исследований приведен обзор литературных данных по изучению лесной растительности (Луганский, 1974; Коновалов, 1978; Данилик, 1986; Залесов, 1988; Шлыкова, 1991; Мельников и др., 1992; Санников, 1992, 1997, 2006; Усольцев, 1998) и почв (Ногина, 1948; Иванова, 1949; Ржанникова, 1965, 1973; Дергачева, 1968; Фирсова, Ржанникова, 1966, 1968, 1972; Арефьева, 1970, 1979; Фирсова, 1968, 1969, 1977, 1986; Дедков, Павлова и др., 1987; Новогородова,

1996-1998, 2002). Рассмотрен современный уровень знаний взаимосвязи растительности и почв (Okland, Eilertsen, 1996; Телеснина, 2000; Захаров, 2004; Разнообразие почв и биоразнообразие…, 2006; Почвы национального парка…, 2010) и методов изучения лесной растительности (Уланова, 1995; Миркин и др., 2000, 2012; Суховольский, 2011; Legendre P, Legendre L., 1998; Hennekens, Schaminee, 2001).

Глава 2. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Кратко охарактеризованы особенности климата района исследований (Кувшинова, 1968; Колесников и др., 1973), рельефа и геологического строения (Борисевич, 1968; Гафуров, 2008), почв (Фирсова, Ржанникова, 1966, 1972; Гафуров, 2008; и др.) и растительности (Колесников и др., 1973; Турков, 1980).

Исследования проводились в условно-коренных сосновых, еловых лесах и соответствующих им вырубках-гарях южно-таежного округа Зауральской холмисто-предгорной провинции (Колесников и др., 1973) между 57°00´–57°05´ с.ш. и 60°15´–60°25´ в.д. (Таблица 1).

Таблица 1. – Лесорастительные условия, изученные типы условно-коренных лесов и вырубок южно-таежного округа Зауральской холмисто-предгорной провинции (по Б.П. Колесникову и др., 1973)

Положение в рельефе	Индекс	Условно-коренной тип леса, шифр	Тип вырубки
Дренированные местообитания Свежие, периодически сухие			
вершины и верхние половины склонов	321	сосняк брусничниковый; С бр.	Вейниковые
Устойчиво свежие			
вершины спокойных возвышенностей, пологие склоны	331	сосняк ягодниковый; С яг.	Вейниковые, ракитниково-вейниковые
верхние части придолинных склонов и вершины холмов	332	сосняк ягодниково-липняковый; С яг. лп.	Липняково-вейниковые, вейниковые
придолинные склоны со щебнем горных пород	333	ельник-сосняк зеленомошниково-ягодниковый; Е-С зм. яг.	Ягодниково-разнотравно-вейниковые, ракитниково-ягодниково-вейниковые
средние и нижние части пологих склонов	334	сосняк орляковый; С орл.	Орляково-вейниковые, разнотравно-вейниковые

Электронный архив УГЛТУ

Продолжение таблицы 1

Положение в рельефе	Индекс	Условно-коренной тип леса, шифр	Тип вырубки
невысокие водораздельные возвышенности	335	сосняк травяно-липняковый; С тр. лп.	Вейниково-разнотравно-липняковые
Свежие, периодически влажные			
ровные приподнятые участки водоразделов, пологие склоны	341	сосняк разнотравный; С ртр.	Злаково-разнотравные, кипрейно-вейниковые
слегка приподнятые участки ровных водоразделов и депрессий	342	сосняк с темнохвойным ярусом мшисто-черничниковый; С-Тх мш. чер.	Кипрейно-вейниковые, малиново-кипрейно-вейниковые
дренир. нижние части придолинных склонов, невысокие плоские межболотные гривы	343	ельник травяно-зеленомошниковый, Е тр. зм.	Разнотравно-вейниковые, вейниковые
Слабо дренированные и заболоченные местообитания Влажные, периодически сырые			
дренир. шлейфы придолин. склонов, днища ложбин с времен. или небольшими постоянными водотоками	361	сосняк-ельник высокотравный (приручьевой); С-Е втр.	Высокотравные
неглубокие ложбины и котловины на ровных водоразделах	362	ельник мшистый; Е мш.	Высокотравно-злаковые, злаковые
плоские гривы среди болот, окраины болотных массивов	363	ельник-кедровник хвощево-мшистый, Е-К хв. мш.	Злаково-разнотравные, разнотравно-злаковые
Устойчиво сырые			
слабо дренир. участки водоразделов, шлейфы пологих склонов	371	сосняк сфагново-хвощовый, С сф. хв.	Мшисто-злаково-хвощовые

Глава 3. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И ПОЧВЫ УСЛОВНО-КОРЕННЫХ ЛЕСОВ ЗАУРАЛЬСКОЙ ХОЛМИСТО-ПРЕДГОРНОЙ ПРОВИНЦИИ

В главе приведен лесотипологический анализ условно-коренных лесов района исследований в топоэкологическом профиле от периодически сухих до устойчиво сырых местообитаний. Даны полнопрофильные морфологические описания почвенных профилей, указаны диагностические и доминирующие виды растений изученных типов леса. Составлена база данных о структуре растительности: древесных видов (возраст, высота, диаметр, полнота) и травяно-кустарничкового яруса (проективное покрытие, видовая насыщенность, фитомасса), а также о физических и химических свойствах почв условно-коренных лесов. Данные структурированы по типам леса, условиям увлажнения и приведены в диссертации.

На основе эколого-флористической классификации определено положение изучаемых типов леса в международной системе синтаксономических единиц. Типы леса дренированных местообитаний относятся к классу Vaccinio-Piceetea (С бр., С яг., С яг.лп., Е-С зм. яг., С орл., С тр.лп., С-Тх мш. чер., Е тр. зм.) и Brachypodio Pinnati-Betuletea (С ртр), слабодренированных и заболоченных местообитаний – к классу Vaccinio-Piceetea (С-Е втр.) и Vaccinietea uliginosi (Е-К хв. мш., С сф.хв.).

Выявлены тенденции изменения физических, водно-физических и химических свойств внутри профиля почв 12 типов условно-коренных лесов. Скелетность и содержание разных фракций скелета, плотность сложения, плотность твердой фазы в направлении сверху вниз почти у всех изученных почв увеличиваются, а общая пористость (Рисунок 1) уменьшается. Наибольшие изменения в распределении фракций скелета по профилю у почв под сосняком ягодниково-липняковым и под ельником травяно-зеленомошниковым. При сравнении плотности почв различных местообитаний, более информативен гумусовый горизонт. Минимальные значения общей пористости (Рисунок 1а) отмечены для почв ельника-кедровника хвощево-мшистого.

Гигроскопическая и максимальная гигроскопическая влажность, влажность завядания внутри почвенного профиля уменьшаются. Максимальные значения водно-физических свойств выявлены у торфянисто-подзолисто-грунтово-глеевых почв под ельником-кедровником хвощево-мшистым.

Большинство почв под условно-коренными лесами имеют слабо- и среднекислую реакцию водной вытяжки, очень сильнокислую реакцию солевой вытяжки, высокое содержание легкодоступного калия, которое резко убывает от верхнего горизонта к нижнему. Актуальная кислотность (pH_{H2O}) – преимущественно уменьшается (почвы становятся более щелочными). Для потенциальной кислотности (pH_{KCl}) (Рисунок 1б) наблюдается две равнозначные тенденции: вниз по профилю почвы становятся более кислыми (С яг., С яг.лп., Е-С зм. яг., С орл., С тр. лп., С ртр., Е-К хв. мш) или более щелочными (С бр., С-Тх мш. чер., Е тр. зм., С-Е втр., С сф. хв.). Наибольшие величины pH_{KCl} и pH_{H2O} отмечены для бурых горно-лесных почв под сосняком-ельником высокотравным.

С целью выявления факторов, определяющих альфа-разнообразие лесной растительности, проведен прямой градиентный анализ, установлено, что положительным влиянием на биоразнообразие обладают мощность почв, устойчивость увлажнения; отрицательным – недостаточность или избыточность увлажнения и содержания обменного калия, сильно- и среднекислая реакция водной вытяжки почв, доминирование ели сибирской.

Электронный архив УГЛТУ

Совместное действие указанных факторов приводит к многообразию лесных экосистем и их специфичной структуре.

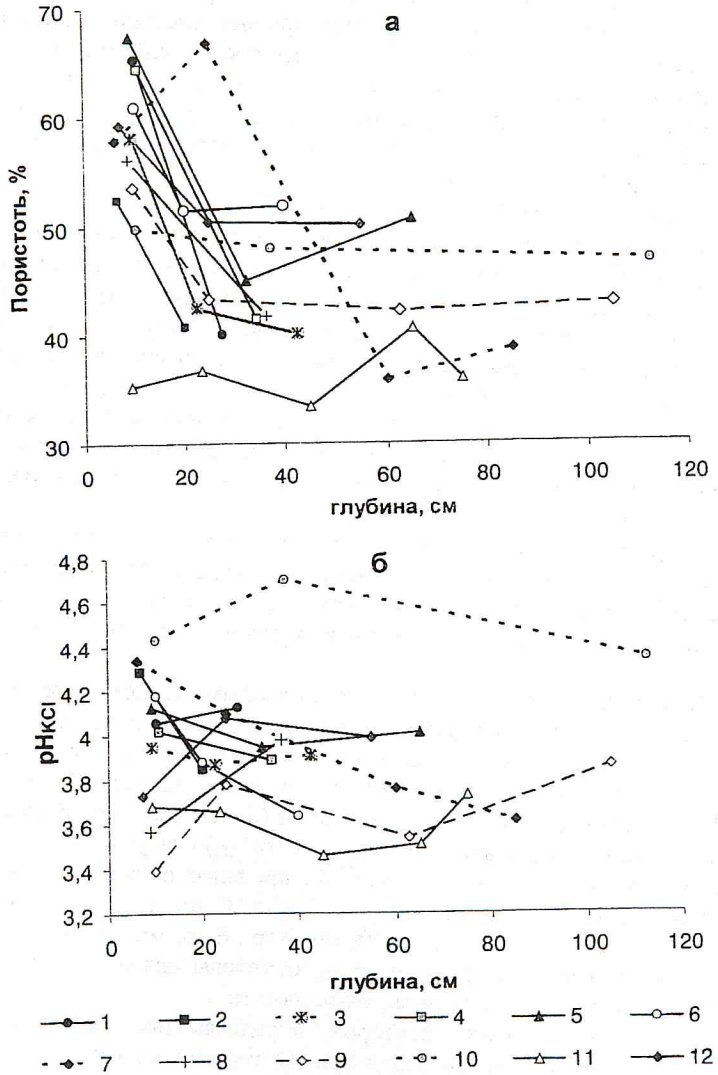

Рисунок 1. Изменение общей пористости (а) и потенциальной кислотности (б) почвы внутри профиля для разных типов леса Зауральской холмисто-предгорной провинции: 1 – С бр., 2 – С яг., 3 – С яг.лп., 4 – Е-С зм.яг., 5 – С орл., 6 – С тр.лп., 7 – С ртр., 8 – С-Тх мш.чер., 9 – Е тр.зм., 10 – С-Е втр., 11 – Е-К хв. мш., 12 – С сф.хв.

Глава 4. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И ПОЧВЫ ВЫРУБОК-ГАРЕЙ ЮЖНО-ТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ ЗАУРАЛЬСКОЙ ХОЛМИСТО-ПРЕДГОРНОЙ ПРОВИНЦИИ

Для 11 типов вырубок-гарей, по аналогии с условно-коренными типами леса, проведен лесотипологический анализ, составлена база данных о структуре растительности и физических, водно-физических, химических свойствах почв. Выявлены тенденции изменения свойств внутри профиля почв разных типов вырубок-гарей.

На Рисунке 2 показана зависимость видовой насыщенности травяно-кустарничкового яруса (число видов на 1 $м^2$) условно-коренных лесов (а) и вырубок-гарей (б) от потенциальной кислотности (pH_{KCl}). Выявлено, что после антропогенного влияния изменяется положение типа леса в рассматриваемых осях. Для вырубок-гарей характерны более близкие значения видовой насыщенности.

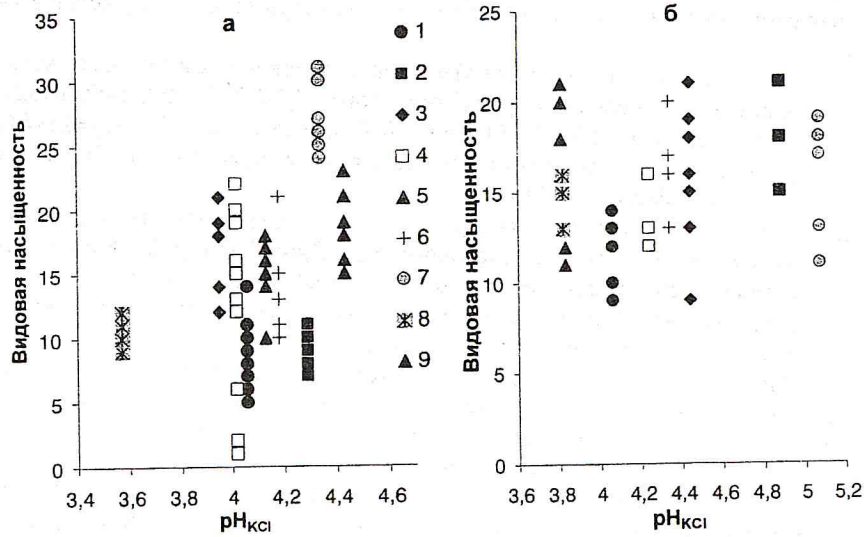

Рисунок 2. Зависимость видовой насыщенности травяно-кустарничкового яруса (число видов на 1 $м^2$) условно-коренных лесов (а) и вырубок-гарей (б) от потенциальной кислотности (pH_{KCl}) в условиях Зауральской холмисто-предгорной провинции: 1 – С бр., 2 – С яг., 3 – С яг.лп., 4 – Е-С зм.яг., 5 – С орл., 6 – С тр.лп., 7 – С ртр., 8 – С-Тх мш.чер., 9 – С-Е втр.

При анализе формирования древесного яруса после сплошных рубок и пожаров было установлено, что с увеличением мощности почвы сосна (*Pinus sylvestris L*) начинает уступать березе (*Betula pendula Roth.* и *B. pubescens Ehrh.*) в численности. При мощности почв 25-35 см сосна и бере-

Электронный архив УГЛТУ

за имеют равную численность на вырубках (в среднем от 8,4 до 12,8 тыс.экз/га). В результате на мелких почвах формируются сосняки, на мощных – березняки, на почвах средней мощности смешанные хвойно-лиственные и лиственно-хвойные древостои.

Глава 5. ВЛИЯНИЕ СПЛОШНЫХ РУБОК И ПОЖАРОВ НА РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И ПОЧВЫ ЮЖНО-ТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ ЗАУРАЛЬСКОЙ ХОЛМИСТО-ПРЕДГОРНОЙ ПРОВИНЦИИ

Общеизвестно, что на вырубках-гарях видовая насыщенность, проективное покрытие, фитомасса трав увеличиваются по сравнению с условно-коренными лесами. Однако достоверность различий и амплитуды изменений количественных характеристик травянистых видов для лесов и вырубок оценены не были. Дисперсионный анализ показал, что после сплошных рубок видовая насыщенность может, как возрастать, так и уменьшаться:

1. Статистически достоверное увеличение видовой насыщенности установлены для сосняков брусничникового ($F(3,21)=5,1720$; $p=0,00782$), ягодникового ($F(1,9)=53,701$; $p=0,00004$), орлякового ($F(1,11)=8,8481$; $p=0,012642$), сосняка с темнохвойным ярусом мшисто-черничникового ($F(1,5)=15,394$; $p=0,01114$).
2. Статистически достоверное уменьшение видовой насыщенности отмечено для сосняка разнотравного ($F(1,12)=47,8876$; $p=0,00002$) и сосняка-ельника высокоторавного ($F(1,8)=13,4207$; $p=0,006370$).
3. Не выявлено статистически достоверных различий для сосняка ягодниково-липнякового и травяно-липнякового.

Изменения фитомассы травяно-кустарничкового яруса после сплошных рубок для большинства изученных типов леса статистически достоверны, за исключением, сосняка ягодникового и ягодниково-липнякового. Проективного покрытия – не достоверны.

При изучении морфологической структуры почв установлено, что после вырубки древостоя снижаются мощность подстилки, степень ее разложения, а мощность гумусового горизонта, наоборот, возрастает (Таблица 2).

Наибольшие изменения в морфологии почв происходят на местообитаниях с повышенным увлажнением (оподзоливание почв вырубок). Изменения механического состава почв имеют свои индивидуальные особенности для каждого местообитания. Максимальные различия в степени каменистости изученных почв наблюдаются не для верхнего горизонта (A_1), а для нижнего (BC). Сильнокаменистые горизонты почв условно-коренного леса сменяются среднекаменистыми на вырубка-гарях.

Для гумусового горизонта почв большинства типов леса после сплошных рубок и пожаров плотность сложения, влажность завядания, содержание обменного калия увеличиваются; актуальная и потенциальная кислотность, гигроскопическая влажность уменьшаются; пористость практически не меняется. Выявленные для гумусового горизонта закономерности изменения свойств для горизонта BC преимущественно имеют обратные тенденции.

Таблица 2. – Сравнение мощности лесной подстилки и гумусового горизонта почв южно-таежного округа Зауральской холмисто-предгорной провинции

Индекс, Тип леса	Условно-коренной		Вырубка-гарь	
	A_0	A_1	A_0	A_1
321, С бр.	5 см	10 см	1-2 см	8-10 см
331, С яг.	3 см	7 см	3 см	9-10 см
332, С яг.лп.	3 см	12 см	1-2 см	14-16 см
333, Е-С зм. яг.	3 см	10 см	4 см	6 см
334, С орл.	3 см	11 см	3 см	13 см
335, С тр.лп	5 см	10 см	2 см	8 см
341, С ртр	2 см	8 см	2-4 см	8-12 см
342, С-Тх мш. черн.	4 см	9 см	3 см	12 см
361, С-Е втр	10 см	10 см	2 см	13 см
371, С сф. хв.	3 см	10 см	-	-

С целью выявления особенностей почв лесов и вырубок-гарей в топоэкологическом профиле по всему комплексу физических и химических свойств использован кластерный анализ (Рисунок 3).

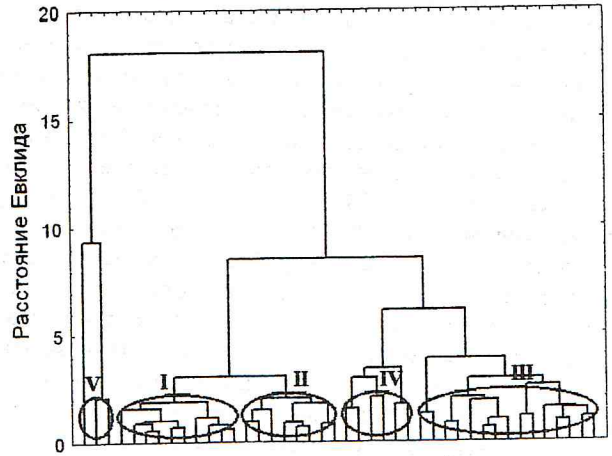

Рисунок 3. Кластерный анализ по комплексу физических и химических свойств почвенных горизонтов A_1 и BC условно-коренных лесов и вырубок-гарей Зауральской холмисто-предгорной провинции: I-V – номера кластеров

Электронный архив УГЛТУ

Выделяется 5 кластеров. I кластер – горизонты ВС вырубок-гарей вне зависимости от типологической принадлежности (С ртр., С-Тх мш. чер., Е-С зм.яг., С яг. лп., Е-С втр.). II кластер – горизонты ВС лесов: С орл., С яг., С бр., С-Тх мш. чер. (эти два кластера объединяются в более крупное скопление из горизонтов ВС). III кластер – горизонты A_1 лесов (С бр. С яг., С-Тх мш. чер., С ртр., С тр. лп., Е-С зм. яг., С яг. лп.) и вырубок-гарей (С бр., С тр. лп., С орл., С яг., С яг. лп., Е-С зм.яг.), который состоит из двух групп, объединенных по типологической принадлежности: мелкотравные типы леса и травяные. IV – наиболее смешанный кластер, преимущественно горизонты ВС почв лесов (Е-С втр., С тр.лп.) и вырубок (вырубки С ртр. 12 лет и С орл.) некоторых травяных типов леса. V – наиболее рыхлый и удаленный от всех остальных, он объединяет горизонты A_1 разнотравных и высокотравных вырубок-гарей (Е-С втр., С ртр., С яг.).

Таким образом, для южно-таежных лесов и вырубок-гарей Зауральской-холмисто-предгорной провинции установлено, что по комплексу изученных физических и химических свойств почв горизонты ВС объединяются по сукцессионному статусу (лес-вырубка) в плотные скопления, а горизонты A_1 по типам леса в рыхлые скопления.

Изучение временной динамики развития растительности и тенденций почвенных свойств после сплошной рубки и пожара рассмотрено на примере одного типа леса – сосняка ягодниково-липнякового с бурыми горнолесными почвами. Исследован временной ряд от 1 года до 55 лет, содержащий вырубки-гари 1–11-летней давности, березняки (14, 16 и 55 лет) и для сравнения осинник (30 лет).

Видовая насыщенность травяно-кустарничкового яруса с увеличением давности вырубки-гари почти не изменяется. Для проективного покрытия сначала происходит уменьшение значений со временем (до 35 лет), затем – постепенное увеличение. Фитомасса видов травяно-кустарничкового яруса уменьшается в зависимости от давности рубки. Связь между давностью рубки и проективным покрытием аппроксимируется полиномиальным уравнением ($y=0{,}0502x^2-3{,}6838x+94{,}054$; $R^2=0{,}5837$), а между фитомассой – степенным уравнением ($y=385{,}55x^{-0{,}6756}$; $R^2=0{,}6408$).

Установлено, что в почвах вырубок наблюдается непрогнозируемая динамика изменения физических и химических свойств. После смыкания древесного яруса с увеличением возраста производного леса тренды четко прослеживаются вне зависимости от эдификатора (береза или осина). Максимальная разница в значениях изучаемых почвенных свойств выявлена для верхнего горизонта, минимальная – при глубине 20-30 см. Для гумусового горизонта, установлено, что плотность сложения, актуальная кислотность с давностью рубки почти не изменяются; гигроскопическая влажность (Рисунок 4а), максимальная гигроскопическая влажность, влажность завядания (Рисунок 4б), содержание легкодоступного калия (Рисунок 4в) увеличиваются; потенциальная кислотность уменьшается (почвы становятся более щелочными) (Рисунок 4г).

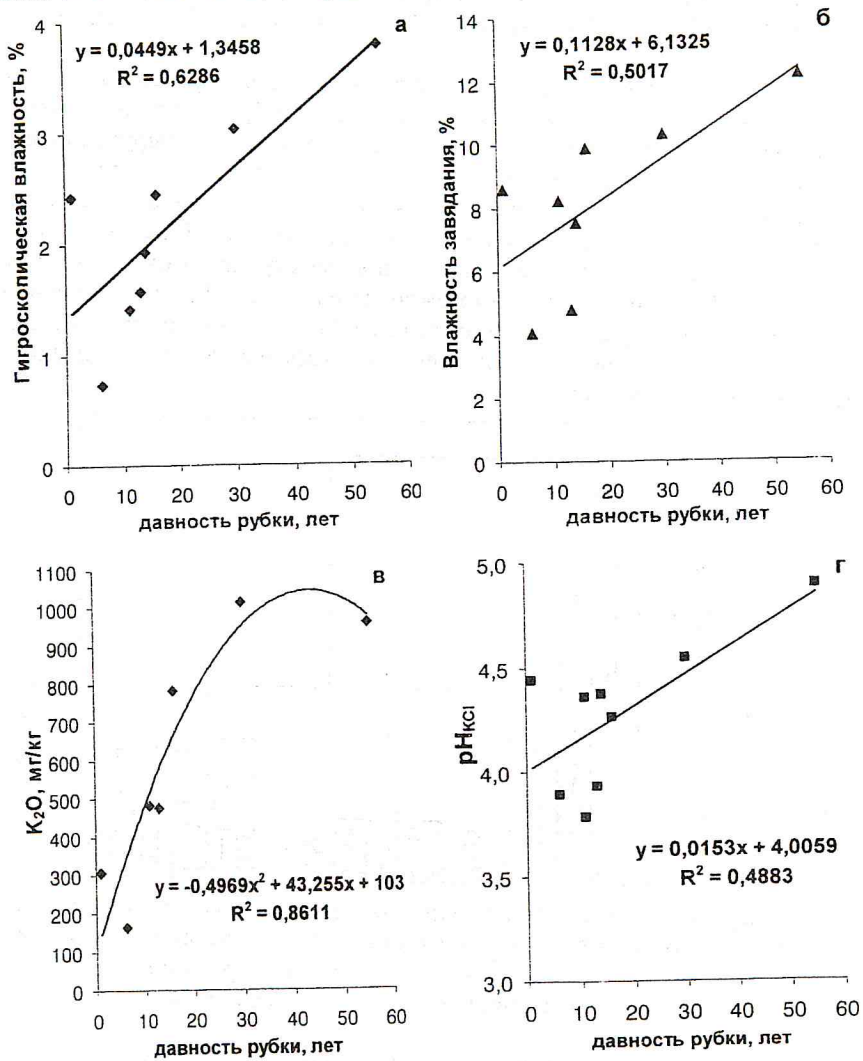

Рисунок 4. Зависимость гигроскопической влажности (а), влажности завядания (б), содержания легкодоступного калия (в), потенциальной кислотности (г) гумусового горизонта почв от давности рубки сосняка ягодниково-липнякового Зауральской холмисто-предгорной провинции

Электронный архив УГЛТУ

Глава 6. ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВ УСЛОВНО-КОРЕННЫХ ЛЕСОВ И ВЫРУБОК-ГАРЕЙ ЗАУРАЛЬСКОЙ ХОЛМИСТО-ПРЕДГОРНОЙ ПРОВИНЦИИ

Сезонная динамика влажности почв изучена для двух верхних горизонтов трех типов условно-коренных лесов (сосняк брусничниковый, ягодниково-липняковый, разнотравный) и соответствующих им вырубок-гарей.

Методом кластерного анализа выявлены наибольшие отличия во влажности почвы для горизонта A_1 разнотравного типа леса, формирующего отдельный хорошо обособленный рыхлый кластер (I кластер) (Рисунок 5). Горизонты В всех изученных типов леса группируются в плотное скопление (II кластер), в котором можно выделить вырубки и субкоренные леса. Третий кластер формируют горизонты A_1 брусничникового и ягодниково-липнякового типов леса. Внутри него дифференциация идет преимущественно по типам леса.

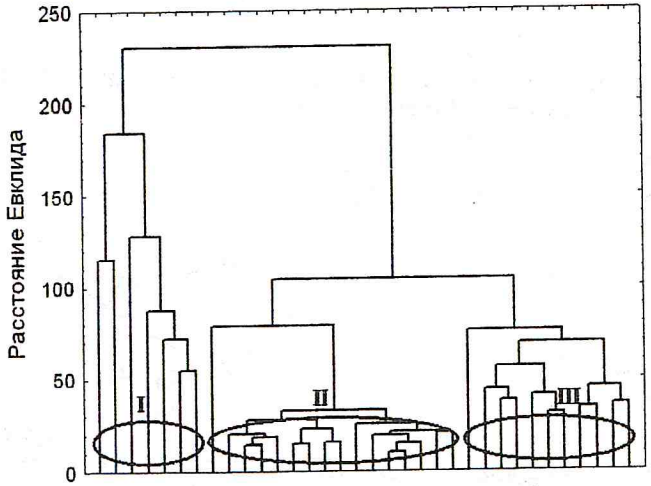

Рисунок 5. Результаты кластерного анализа полевой влажности для двух верхних горизонтов почв трех типов условно-коренных лесов (С бр., С яг.лп., С ртр.) и соответствующих им вырубок Зауральской холмисто-предгорной провинции: I-III– номера кластеров

Методом однофакторного и многофакторного дисперсионного анализа для всех изученных типов леса установлена статистическая достоверность различий во влажности почвы между горизонтами A_1 и В (Рисунок 6а), между лесом и вырубкой-гарью (Рисунок 6б). Различия во влажности между горизонтами максимальны в начале сезона. Статистическая достоверность различий влажности почвы между горизонтами сохраняется до конца июня. В конце сезона при сохранении большей влажности горизонта A_1 различия становятся недостоверными.

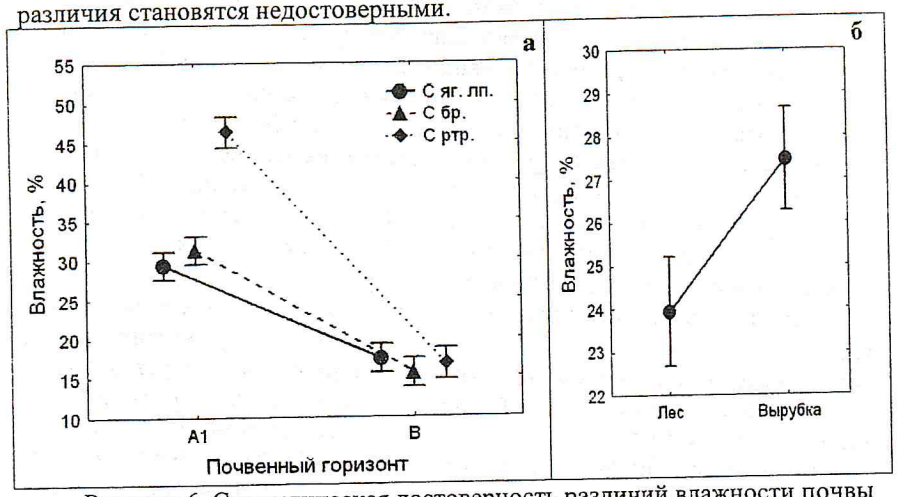

Рисунок 6. Статистическая достоверность различий влажности почвы между горизонтами A_1 и В для всех изученных типов леса (а) (F(2,532)=45,931; p=0,000002) между лесом и вырубкой-гарью (б) (F(1,570)=15,690; p=0,00008) в условиях Зауральской холмисто-предгорной провинции. Доверительный интервал 0,95

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для южно-таежных лесов Зауральской холмисто-предгорной провинции на основе принципов генетической типологии изучены особенности растительности и почв 12 типов условно-коренных лесов и 11 типов вырубок. Составлена база данных по структуре растительности и физическим, химическим свойствам почв условно-коренных типов леса и вырубок-гарей в пределах обобщенного топоэкологического профиля. Дана характеристика почв и растительности типов лесорастительных условий и типов леса в схеме Б.П. Колесникова (Колесников и др., 1973), широко используемой в лесоустройстве.

Впервые определено положение типов леса Зауральской холмисто-предгорной провинции, выделенных на основе принципов генетической типологии, в классификационной схеме, разработанной в соответствии с «Международным кодексом фитосоциологической номенклатуры» и встроенной в единую синтаксономию Евразии. Выявлено, что большое значение для формирования видовой структуры лесов имеет ярко выраженный экотонный эффект. Типы леса в Зауральской холмисто-предгорной провинции формируются на стыке двух подзональных групп растительности: светлохвойных и темнохвойных бореальных лесов таежного типа класса ***Vaccinio-Piceetea*** и гемибореальных светлохвойных тра-

А-1468
Научная библиотека
УГЛТУ
г. Екатеринбург

Электронный архив УГЛТУ

вяных лесов класса ***Brachypodio Pinnati-Betuletea***. В условиях переувлажнения на видовую структуру оказывают влияние интразональные нелесные типы растительности: болота и заливные луга, что еще более усложняет закономерности формирования видовой структуры. Разнообразие ландшафтов, режимов увлажнения, почв и сложный экотонный эффект приводят к высокому разнообразию типов леса и их специфичной структуре.

Выявлены и показаны градиенты изменения важнейших для лесной растительности физических, водно-физических и химических свойств почв внутри профиля. Установлено, что каждый тип леса и вырубок в генетической типологии имеет специфичные значения рассмотренных свойств почв и закономерности их изменения внутри профиля.

Лесотипологический анализ позволил в первом приближении оценить влияние отдельных физических, водно-физических и химических свойств почв на видовое разнообразие травяно-кустарничкового яруса условно-коренных лесов и вырубок-гарей южно-таежного округа Зауральской холмисто-предгорной провинции. Подтверждены общеэкологические законы: положительным влиянием на биоразнообразие обладают мощность почв, устойчивость увлажнения; отрицательным – недостаточность или избыточность увлажнения, сильно- и среднекислая реакция водной вытяжки почв, доминирование ели сибирской. Совместное действие указанных факторов приводит к многообразию лесных экосистем.

Проанализировано влияние сплошных рубок и пожаров на структуру растительности и физические, химические свойства почв условно-коренных типов леса Зауральской холмисто-предгорной провинции. После сплошных рубок во всем градиенте лесорастительных условий формируются вейниковые вырубки. Методом дисперсионного анализа доказана статистическая значимость влияния сплошных рубок на продуктивность травяно-кустарничкового яруса, его видовую насыщенность. Для проективного покрытия не выявлено статистически достоверных различий между лесом и вырубкой. Наибольшие изменения в морфологии почв происходят на местообитаниях с повышенным увлажнением. Для гумусового горизонта почв большинства типов леса после сплошных рубок и пожаров плотность сложения, влажность завядания, содержание обменного калия увеличиваются; актуальная и потенциальная кислотность, гигроскопическая влажность уменьшаются; пористость практически не меняется. Выявленные для гумусового горизонта закономерности изменения свойств для горизонта ВС преимущественно имеют обратные тенденции. Методом кластерного анализа для южно-таежных лесов и вырубок-гарей Зауральской-холмисто-предгорной провинции установлено, что по комплексу изученных физических и химических свойств почв горизонты ВС объединяются по сукцессионному статусу (лес-вырубка) в плотные скопления, а горизонты A_1 по типам леса в рыхлые скопления.

При анализе формирования древесного яруса после сплошных рубок и пожаров в условиях Зауральской холмисто-предгорной провинции установлено, что с увеличением мощности почвы сосна (*Pinus sylvestris* L.) начинает уступать в численности березе (*Betula pendula* Roth. и *B. pubescens* Ehrh.). Исследования использованы для разработки и верификации нелинейной математической модели (Иванова и др., 2011; Ivanova, Zolotova, 2013).

На примере одного типа леса, сосняка ягодниково-липнякового, изучены временная динамика развития растительности после сплошной рубки и пожара и тенденции почвенных свойств. Видовая насыщенность травяно-кустарничкового яруса с давностью рубки почти не изменяется, фитомасса видов – уменьшается. Для проективного покрытия сначала происходит уменьшение значений со временем (до 35 лет), а затем – постепенное увеличение. Установлено, что в почвах вырубок наблюдается непрогнозируемая динамика изменения физических и химических свойств. После смыкания древесного яруса с увеличением возраста производного леса тренды четко прослеживаются вне зависимости от эдификатора (береза или осина). Для гумусового горизонта почв установлено, что плотность сложения, актуальная кислотность с давность рубки почти не изменяются, гигроскопическая влажность, максимальная гигроскопическая влажность, влажность завядания, содержание легкодоступного калия увеличиваются, потенциальная кислотность уменьшается.

Впервые для трех типов южно-таежных лесов Зауральской холмисто-предгорной провинции в вариантах лес – вырубка-гарь получено 19 временных рядов динамики полевой влажности в течение сезона (апрель-сентябрь) для двух верхних горизонтов почв. Методом кластерного анализа установлены наибольшие отличия во влажности почвы для горизонта A_1 разнотравного типа леса. Выявлена статистическая достоверность различий влажности почвы для типов леса, лесов и вырубок-гарей, верхних горизонтов почв.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В журналах и изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Иванова, Н.С. Модель восстановительно-возрастной динамики лесов Зауральской холмисто-предгорной провинции [Электронный ресурс] / Н.С. Иванова, Г.П. Быстрай, С.А. Охотников, **Е.С. Золотова** // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 4. – Режим доступа: URL: www.science-education.ru/98-4754.

2. Иванова, Н.С. Факторы типологического и видового разнообразия лесов Зауральской холмисто-предгорной провинции / Н.С. Иванова, **Е.С. Золотова** // Фундаментальные исследования. – 2011. – №12-2. – С. 275-280.

Электронный архив УГЛТУ

3. **Золотова, Е.С.** Лесотипологическое исследование вырубок Зауральской холмисто-предгорной провинции / Е.С. Золотова, Н.С. Иванова // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Том 14. – № 1(4). – С. 1016-1019.

4. Иванова, Н.С. Биоразнообразие условно-коренных лесов Зауральской холмисто-предгорной провинции [Электронный ресурс] / Н.С. Иванова, **Е.С. Золотова** // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. – Режим доступа: URL: http://www.science-education.ru/107-8563.

5. **Золотова, Е.С.** Лесотипологические особенности структуры растительности и почв Зауральской холмисто-предгорной провинции / Е.С. Золотова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2(40). – С. 11-14.

6. Иванова, Н.С. Новый междисциплинарный подход к изучению структуры и динамики лесных экосистем / Н.С. Иванова, **Е.С. Золотова**, И.В. Петрова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2(40). – С. 14-17.

В прочих изданиях:

7. Ланкин, Ю.П. Оценка влияния морфологических нарушений на рост *Pinus sylvestris* L. в лесных культурах с использованием нейронных сетей / Ю.П. Ланкин, Н.С. Иванова, М.В. Ермакова, **Е.С. Золотова** // Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования: Мат. III Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. – Нижний Тагил: Нижнетагил. гос. соц.-пед. акад., 2010. – Ч. 1. – С. 354-358.

8. Ермакова, М.В. Анализ структуры искусственных дендроценозов сосны обыкновенной / М.В. Ермакова, **Е.С. Золотова**, Т.П. Бессонова // Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования: Мат. III Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. – Нижний Тагил: Нижнетагил. гос. соц.-пед. акад., 2010. – Ч. 1. – С. 209-212.

9. Иванова, Н.С. Почвы как управляющий параметр формирования лесной растительности на вырубках / Н.С. Иванова, **Е.С. Золотова**, Г.П. Быстрай // Биосферные функции почвенного покрова: Мат. Всерос. науч. конф., посвящ. 40-летнему юбилею Ин-та физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН. – Пущино: SYNCHROBOOK, 2010. – С. 135-137.

10. Иванова, Н.С. Планируемый природный парк «Истоки реки Исети» – основа экологической безопасности города Екатеринбурга / Н.С. Иванова, Г.П. Быстрай, **Е.С. Золотова**, С.А. Охотников, И.А. Лыков // Охраняемые природные территории – основа экологической устойчивости региона: Мат. науч.-практ. конф. – Уфа: Гилем, 2010. – С. 81-86.

11. Иванова, Н.С. Природный потенциал горно-лесной растительности и почв на Среднем Урале / Н.С. Иванова, **Е.С. Золотова** // Ресурсный потенциал почв – основа продовольственной и экологической безопасности

России: Мат. междунар. науч. конф., посвящ. 165-летию со дня рождения В.В. Докучаева. – СПб.: С.-Петербургский гос. ун-т, 2011. – С. 394-397.

12. **Золотова, Е.С.** Лесотипологический анализ разнообразия растительности и почв на Среднем Урале / Е.С. Золотова // Почвы в условиях природных и антропогенных стрессов: Мат. Всерос. науч. конф. XIV Докучаевские молодежные чтения, посвящ. 165-летию со дня рождения В.В. Докучаева. – СПб.: С.-Петербургский гос. ун-т, 2011. – С. 315-316.

13. Иванова, Н.С. Экология южно-таежных лесов Зауральской холмисто-предгорной провинции / Н.С. Иванова, **Е.С. Золотова** // Любищевские чтения – 2011. Современные проблемы эволюции: Сб. мат. междунар. конф. – Ульяновск: УлГПУ, 2011. – С. 305-314.

14. **Золотова, Е.С.** Основная классификационная единица в лесной типологии, становление и развитие / Е.С. Золотова // Философия и методология науки: Мат. третьей Всерос. науч. конф. – Ульяновск: Издатель Качалин А.В., 2011. – С. 100-103.

15. **Золотова, Е.С.** Лесотипологические исследования в Зауральской холмисто-предгорной провинции / Е.С. Золотова, Н.С. Иванова // Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования: Мат. IV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Нижний Тагил: НТГСПА, 2012. – Ч 1. – С. 187-189

16. **Золотова, Е.С.** Почвенные факторы формирования лесной растительности на вырубках-гарях Среднего Урала / Е.С. Золотова, Н.С. Иванова, И.В. Петрова // XXVII Любищевские чтения-2013. Современные проблемы эволюции и экологии: Сб. мат. междунар. конф. – Ульяновск: УлГПУ, 2013. – С. 322-329.

17. Ivanova, N.S. Vegetation and soil differentiation within the limits of ecotope on the Middle Ural region / N.S. Ivanova, **E.S. Zolotova** // European Journal of Natural History. – 2011. – №1. – P. 41.

18. **Zolotova, E.S.** From the sources of forest typology to the modern research / E.S. Zolotova, N.S. Ivanova, I.V. Petrova // Scientific enquiry in the contemporary world: theoretical basics and innovative approach. – USA: L&L Publishing, 2012. – Vol. 1. – P. 52-56.

19. Ivanova, N.S. Model of Forest Restoration / N.S. Ivanova, **E.S. Zolotova** // Population Dynamics: Analysis, Modelling, Forecast. 2013. – № 2(2). – P. 50-60.

Отзывы на автореферат просим направлять в трех экземплярах с заверенными подписями по адресу: 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37. УГЛТУ, ученому секретарю диссертационного совета А.Г. Магасумовой Факс: (343) 262-96-38. E-mail: dissovet.usfeu@mail.ru

Электронный архив УГЛТУ

Подписано в печать 11.11.2013 г. Объем 1,0 п.л. Заказ № 225. Тираж 100.
620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет». Отдел оперативной полиграфии.