

На правах рукописи

ДЫМОВ Алексей Александрович

**ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВ
В ПРОЦЕССЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ ПОДЗОЛОВ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ,
СФОРМИРОВАННЫХ НА ДВУЧЛЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ)**

03.00.16 – экология
03.00.27 – почвоведение

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Сыктывкар 2007

Работа выполнена в отделе почвоведения Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор
Карпачевский Лев Оскарович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Бобкова Капитолина Степановна

доктор биологических наук, профессор
Владыченский Александр Сергеевич

Ведущая организация: Институт географии РАН

Защита состоится 4 сентября 2007 г. в 17⁰⁰ на заседании диссертационного совета Д.004.007.01 при Институте биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН по адресу: 167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28.

Факс: +7(8212) 24-01-63; E-mail: dissovet@ib.komisc.ru;
<http://www.ib.komisc.ru>

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Коми научного центра Уральского отделения РАН по адресу: 167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 24.

Автореферат разослан 3 августа 2007 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор биологических наук



А.Г. Кудяшева

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Республика Коми (РК) обладает богатым фондом свободных земель. Вместе с тем почти вся ее территория представляет собой регион с малоблагоприятными биоклиматическими условиями для земледелия, поэтому почвенные ресурсы РК имеют в первую очередь лесохозяйственное значение (Забоева, 1975; Втюрин и др., 2006). Интенсивное освоение лесных богатств, применение средоразрушающей техники, частые нарушения технологии лесозаготовительных работ, рубки главного пользования привели к массовой деградации хвойных лесов и формированию на вырубках лиственных насаждений (Ларин, 1993; Пручкин, 2002). Имеющиеся в литературе данные свидетельствуют о том, что антропогенная сукцессия растительности на вырубках является мощным экологическим фактором, обуславливающим изменение почвенного покрова (Карпачевский, 1981). Направление и глубина преобразования лесных почв определяются технологией лесозаготовок, типом почв, характером их изначального увлажнения, степенью развития травянистого покрова на вырубках (Побединский, 1952, 1979, 1980; Пятецкий, Морозова, 1962; Варфоломеев, 1968; Карпачевский и др., 1986; Федорец и др., 1983). Отмечено, что изменение свойств почв на вырубках носит зональный характер (Орфанитский, Орфанитская, 1971). Однако в Республике Коми при оценке влияния лесозаготовительной деятельности на природную среду основное внимание обращалось преимущественно на проблемы сохранения и восстановления растительного покрова (Верхоланцева, Бобкова, 1972; Ларин, 1993; Лесное хозяйство ..., 2000; Паутов, Ильчуков, 2001). Вопросы преобразования почв в процессе лесозаготовок затрагивались в существенно меньшей степени.

Цели и задачи исследований: Цель работы заключалась в изучении изменения почв в процессе естественного лесовосстановления после проведения сплошно-лесосечных рубок.

Задачи исследования:

1. Изучить пространственное варьирование морфологических и физико-химических свойств почв в сосновом биогеоценозе и на разновозрастных вырубках;
2. Выявить закономерности изменения морфологических и физико-химических свойств подзолов, сформированных на песках, подстилаемых моренными суглинками, в процессе естественного лесовосстановления;
3. Установить закономерности изменения гумусного состояния почв в процессе сукцессии растительности на вырубках;
4. Выявить состав и свойства железо-марганцевых новообразований в почвах хронологического ряда рубок;
5. Охарактеризовать специфику морфологического строения и аналитических свойств почв наиболее нарушенных технологических элементов лесосек (трелевочный волок, лесопогрузочная площадка).

Научная новизна. Впервые для Республики Коми исследованы закономерности изменения почв (подзолов, сформированных на двучленных

отложениях) в процессе естественного лесовосстановления на участках сплошно-лесосечных рубок в подзоне средней тайги. Выявлен эволюционный тренд почв на вырубках, обусловленный сукцессионной сменой пород и изменением гидрологического режима территории. Дана характеристика техноземов поверхностно-турбированных и абраземов, формирующихся на наиболее нарушенных технологических элементах лесосеки – трелевочных волоках и лесопогрузочных площадках.

Исследована динамика изменения гумусного состояния почв на вырубках. Показано, что переувлажнение почв на первых этапах сукцессии растительного покрова после рубки соснового древостоя обуславливает возростание в составе гумуса доли наиболее «агрессивных» фульвокислот фракции ФК-1а и изменение растворимости гумусовых веществ. Установлено, что наиболее стабильным показателем гумусного состояния подзолов является величина отношения углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот. Выявлено, что усиление гидроморфизма почв на территории сплошно-лесосечных рубок сопровождается активизацией процессов мобилизации, сегрегации железа и конкрецииобразования. Отличительной чертой конкреционных форм почв молодых вырубок является возрастание в их составе доли крупных конкреций.

Практическая значимость. Получена хроногенетическая информация об изменении подзолов в процессе естественного лесовосстановления. Установлено, что в условиях средней тайги РК спустя 50 лет после проведения сплошно-лесосечных рубок свойства почв полностью не восстанавливаются. Результаты данной работы могут быть использованы для прогнозирования лесозоологических характеристик почв при проведении рубок главного пользования.

Апробация работы. Результаты выполненных исследований докладывались на молодежной конференции «Севергеозкотех» (Ухта, 2002); X Всероссийской студенческой конференции «Экология и защита окружающей среды» (Красноярск, 2003); X, XI, XII, XIII молодежных научных конференциях Института биологии Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар, 2003, 2004, 2005, 2006); XI и XIII международных конференциях студентов и аспирантов «Ломоносов 2004, 2006» (Москва); международной конференции «Стационарные лесозоологические исследования: методы, итоги, перспективы» (Сыктывкар, 2003); IV International Conference on Cryopedology (Архангельск, 2005); международной конференции «Экологические функции лесных почв в естественных и антропогенно нарушенных ландшафтах» (Петрозаводск, 2005); международной конференции «Soil and water conservation under changing use» (Испания, Лейда, 2006).

Публикация результатов. По материалам диссертации опубликовано 16 работ, в том числе одна статья в журнале «Лесоведение».

Объем и структура работы. Работа состоит из введения, 5 глав, выводов, списка литературы из 240 источников (из них 30 на иностранных языках), приложения. Работа изложена на 192 страницах машинописного текста, содержит 51 таблицу (из них 19 в приложении), 44 рисунка (из них 3 в приложении).

Благодарности. Автор выражает искреннюю признательность научно-руководителю Л.О. Карпачевскому, а также Е.М. Лаптевой, И.В. Забоевой, И.Б. Арчеговой, Г.А. Симонову за оказанные научные консультации. За всестороннюю помощь в выполнении анализов автор благодарен сотрудникам Института биологии Коми НЦ УрО РАН: инженерам отдела почвоведения и экоаналитической лаборатории Н.Е. Игнатовой, А.В. Котовой, Т.В. Зоновой, Л.Ф. Акутиной, Г.А. Забоевой, А.М. Естафьевой, С.В. Бакашкину, Н.А. Васильевой.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА I. ИЗМЕНЕНИЕ ФИТОЦЕНОЗОВ И ПОЧВ НА ВЫРУБКАХ

В разделе дан обзор литературы по естественному лесовосстановлению на вырубках в таежной зоне РК, изменению почв в процессе антропогенной трансформации лесных экосистем. Отмечено, что в результате традиционных технологических схем разработки делянок на лесосеках появляются и обособляются три типа участков, различающихся по степени техногенного воздействия на эдафотоп (Паутов, Ильчуков, 2001): 1) слаботрансформированные «пасечные» участки (занимают 59-71% площади лесосеки); 2) трелевочные волока со средней степенью техногенного воздействия (18-29%); 3) лесопогрузочные площадки с сильным техногенным воздействием (6-15%).

ГЛАВА II. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ФАКТОРОВ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В РАЙОНЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Геологическое строение, рельеф и геоморфология. Район исследования находится на северо-восточной окраине Русской платформы. В геоморфологическом отношении объекты исследования располагаются на территории Вычегодской части Вычегодско-Мезенской равнины, основные морфологические элементы которой – водораздельные плато (Варламов, 1953). Современный рельеф сформировался в четвертичное время, особенно большое значение в его образовании имела деятельность экзогенных факторов: ледниковой и водно-ледниковой эрозии и аккумуляции.

2.2. Климат. Район исследования расположен в южной части Республики Коми, которая относится к атлантико-континентальной климатической области (Алисов, 1956) с умеренно-континентальным, умеренно-холодным климатом. Для него характерны: среднегодовая температура +1°C; средняя температура июля +16.6°C, января -14.°9C (Научно-прикладной..., 1989). Сумма температур выше +10°C составляет 1582°C при продолжительности периода активной вегетации 106 дней. Среднегодовое количество осадков 700-800 мм, из них на долю теплого периода приходится 400-500 мм. По температурному режиму почвы района исследования относятся к длительно сезоннопромерзающему типу (Димо, 1972).

2.3. Почвы и почвообразующие породы. Согласно почвенно-географическому районированию (Руднева и др., 1981), территория исследования входит в Луза-Сысольский округ подзолистых и болотно-подзолистых почв подзоны средней тайги. Она представляет собой пониженную, пологоувалистую, местами значительно расчлененную равнину, на которой моренные отложения перекрыты с поверхности маломощным покровом песков и супесей. Они приурочены к поверхностям с абсолютными высотами 130-200 м н.у.м. Наличие водоупора на границе смены пород играет в летний период благоприятную для растений роль, так как снижает дефицит влаги в верхнем облегченном наносе и ограничивает вынос элементов питания за пределы почвенного профиля (Подзолистые почвы..., 1981).

2.4. Растительность. Согласно лесорастительному районированию РК, объекты исследования располагаются в пределах восточно-европейской равнинной провинции, в южной части Вычегодско-Сысольского округа еловых, сосновых, березовых и осиновых лесов (Леса Республики..., 1999), который охватывает Верхне-Сысольскую водно-ледниковую зандровую равнину с флювиогляциальными и озерно-аллювиальными песчаными отложениями. Ранее здесь были развиты крупные массивы зеленомошно-долгомошных сосновых и березово-сосновых лесов на железистых подзолах. В настоящее время леса существенно изменены. Хвойные породы в основном вырублены, а значительная часть территории занята производными хвойно-лиственными лесами с травяным и травяно-зеленомошным покровом (Ильчуков, 1997; 2003; Паутов, Ильчуков, 2001).

ГЛАВА III. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Объекты исследования. Исследования проводили на территории Прилузского района РК, на южном пределе подзоны средней тайги. В качестве объектов исследования выбраны: спелый сосняк бруснично-зеленомошный (участок №1, контрольный); производные березняки 10-, 20- и 50-летнего возраста, сформировавшиеся после рубок главного пользования (соответственно, участки №2, №3, №4), и техногенно-преобразованные участки на вырубке 1994 г. – лесопогрузочная площадка (участок №5) и трелевочный волок (участок №6). Все выбранные объекты находятся на одном высотном уровне, в одинаковых геоморфологических условиях. Контрольный участок расположен рядом с вырубками и полностью соответствует последним по расположению в рельефе и типу растительности (дорубочным). Почвообразующей породой во всех случаях являются флювиогляциальные отложения, подстилаемые с глубины 40-50 см моренными суглинками.

3.2. Методы исследования. Лесоводственно-таксационное описание фитоценозов в спелом сосняке и 50-летнем березняке проведено по ОСТ 596983, в молодняках – по И.С. Мелехову (1980). Типы леса определены по В.Н. Сукачеву и С.В. Зонну (1961). В полевых условиях определяли пространственную вариабельность морфологических свойств и плотности сложения почв с использованием траншейного метода. Траншеи протяженностью от 5 до 15 м закладывали на типичных для выделенных биогеоце-

нозов (БГЦ) участках таким образом, чтобы они пересекали наиболее характерные для изучаемых БГЦ микрозоны с различными эдификаторами.

Химические анализы выполняли общепринятыми методами (Воробьева, 1998). Автором определены: рН водной и солевой вытяжек, гидролитическая кислотность; содержание обменных катионов; гумус по Тюрину (со спектрофотометрическим окончанием); фракционно-групповой состав гумуса экспресс методом Кононовой-Бельчиковой (Понаморева, Плотникова, 1980); биологическая активность почв – на основе учета поглощения углекислого газа раствором щелочи (Аристовская, 1989), фитотоксичность почв (Орлов и др., 2002). В экоаналитической лаборатории Института биологии Коми НЦ УрО РАН выполнен валовой анализ почв и почвенных новообразований – рентгенфлуоресцентным (VRA-33) методом; определены валовое содержание углерода и азота в образцах почв и новообразованиях – на анализаторе EA-1110; гранулометрический состав – по Качинскому с диспергацией и кипячением в присутствии NaOH; содержание дитионит- и оксалатрастворимых соединений железа и алюминия.

Название почв и индексация генетических горизонтов приводится в соответствии с «Диагностикой и классификацией почв СССР» (1977), при идентификации антропогенно трансформированных почв использованы принципы новой классификации почв России (2004).

ГЛАВА IV. ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОЦЕНОЗОВ И СВОЙСТВ ПОЧВ НА ВЫРУБКАХ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

И РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ЛЕСОСЕКИ СОСНЯКА

4.1. Контрольный участок (участок №1) заложен в сохранившемся на территории лесозаготовок сосняке бруснично-зеленомошном, под пологом которого развиты иллювиально-железистые подзолы на песках, подстилаемых легкими моренными суглинками. Морфологическое строение профиля и физико-химические свойства целинной почвы типичны для подзолов, сформированных на двучленных отложениях, и соответствуют имеющимся данным литературы (Подзолистые почвы..., 1981; Русанова, 1987; Каверин, 2005). Для почвы спелого соснового леса (рис. 1) характер-



Рис. 1. Профиль почвы соснового биогеоценоза. Траншея Тр. 1-2004.

на мозаичность морфологического строения профиля, обусловленная длительным влиянием эдификаторов на почвенный покров.

Мощность горизонта А0 варьирует от 3 до 12 см, в среднем составляя 5.9 ± 0.6 см. Наибольшие значения (7.5 ± 1.0 см) приурочены к местам поступления хвойного опада под кроной сосны, наименьшие (3.8 ± 0.6 см) – под кронами лиственных деревьев (различия достоверны для 5 %-го уровня значимости). В березовой парцелле отмечено появление под лесной подстилкой фрагментов горизонта А2Ah со средней мощностью 1.9 ± 0.6 см. Его происхождение может быть связано либо с пожарами, проходившими на данной территории в прошлом, либо с усилением дернового процесса под кронами лиственных пород. Различия в мощности подзолистого горизонта в зависимости от парцеллы статистически не значимы (рис.2), равно как и различия в плотности горизонтов. Под кронами лиственных пород в горизонте лесной подстилки снижены в 2.3 раза запасы Сорг. (14 т/га), по сравнению с сосновой парцеллой (32 т/га).

4.2. Вырубка 1994 года (участок №2). В настоящее время на территории «пасечного» участка вырубки формируется вторичный березняк долгомошный. Рубка леса и резкое уменьшение расхода влаги на транспирацию обусловили в первые годы формирования молодого древостоя переувлажнение территории, что способствовало развитию долгомошного напочвенного покрова. Почва вырубки близка по строению к почве целинного соснового фитоценоза, но в отличие от последней, характеризуется более ярко выраженным оглеением профиля и возрастанием мощности горизонта А0. В микропонижениях (в условиях избыточного переувлажнения за счет нарушения латерального стока почвенно-грунтовых вод в связи с переуплотнением почв на трелевочных волоках) активизируются не только процессы оглеения, но и конкрециеобразования, что способствует появлению в профиле почвы специфического оглеенного горизонта ВGn. Для него характерно высокое содержание двухвалентного железа и обилие Fe-Mn-конкреций. Почвы молодой вырубки отнесены нами к торфянисто-глеевым (на выровненных участках) и торфянисто-глеевым конкреционным (в микропонижениях) подзолам. Основные изменения в профиле

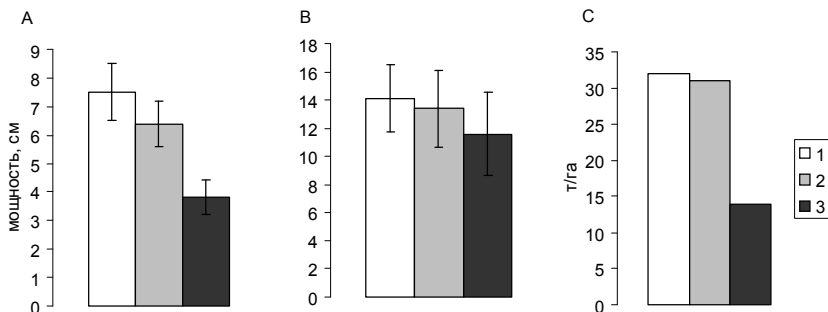


Рис. 2. Мощность лесной подстилки (А), подзолистого горизонта (В) и запасы органического углерода в подстилке (С) сосняка бруснично-зеленомошного: 1 – сосновая парцелла; 2 – «окно»; 3 – березовая парцелла.

распределении валового содержания макроэлементов (SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 и др.), обменных оснований и углерода органических соединений прослеживаются на вырубке в почве микропонижения, что связано в первую очередь с формированием конкреционных горизонтов в срединной части профиля в зоне разгрузки почвенно-грунтовых вод.

4.3. Вырубка 1983 года (участок № 3). В 20-летнем березняке растительность представлена березой, осиной с примесью подроста ели и сосны, в подлеске ива, рябина, в напочвенном покрове доминирует кукушкин лен. Естественное возобновление лиственных древесных пород способствует постепенному восстановлению гидрологического режима территории (иссушению почвы), что прослеживается в изменении морфологических (рис. 3) и химических свойств 20-летней вырубки по сравнению с 10-

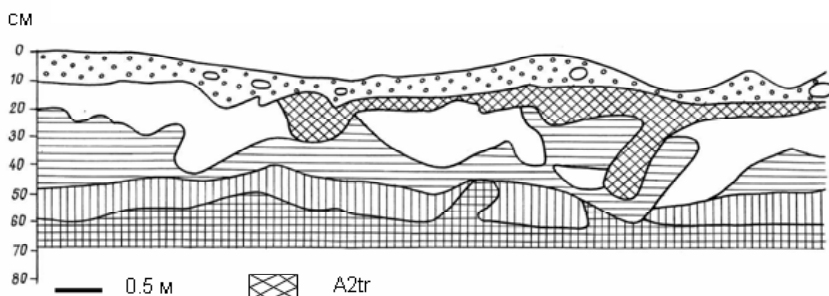


Рис.3. Профиль почвы 20-летнего березняка. Траншея Тр. 2-2004. Обозначения горизонтов как на рис.1.

летней. Почва вырубки 1983 года отнесена нами к глееватым подзолам. Она представляет собой дальнейшую стадию преобразования иллювиально-железистых подзолов в процессе лесовосстановления на вырубках. Особенностями данной почвы являются: сохранение признаков оглеения в профиле; мощность подстилки в пределах (8.2 ± 0.8 см); значительное варьирование содержания Сорг в подзолистом горизонте (коэффициент вариации равен 60%, по сравнению с 19 и 14 % в почвах контрольного участка и 10-летнего березняка); появление в профиле турбированных горизонтов A2tr, обогащенных органикой за счет включения в минеральную часть профиля почвы порубочных остатков.

4.4. Вырубка 1955 года (участок №4). В процессе естественного лесовосстановления на вырубке сформировался спелый березняк зелено-мощный. Морфологические и физико-химические свойства почвы данного участка возвращаются к близкому к исходному (дорубочному) состоянию (рис.4), постепенно восстанавливаются черты, свойственные иллювиально-железистым подзолам, сформированным на двучленных отложениях.

4.5. Почвенный покров трелевочного волокна (участок № 5) и лесопогрузочной площадки (участок № 6) вырубки 1994 года. В разделе представлен материал по почвам технологических элементов лесосеки, для которых характерна высокая степень нарушенности. В процессе лесо-

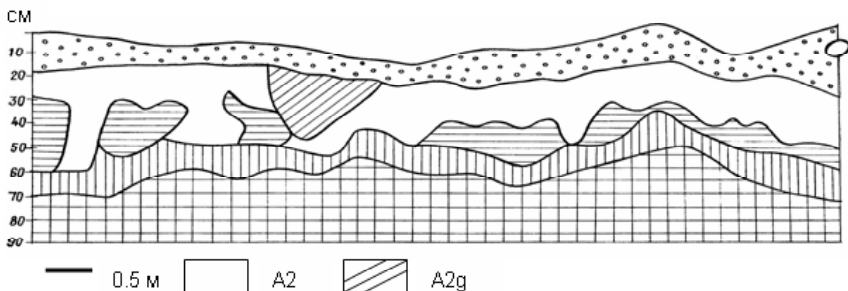


Рис. 4. Профиль почвы 50-летнего березняка. Траншея Тр. 3-2004. Обозначения генетических горизонтов как на рис. 1.

заготовительной деятельности на трелевочных волоках и лесопогрузочных площадках существенно трансформируются как профильное строение почв, так и их физико-химические свойства. При лесозаготовках механические нарушения в почвах лесопогрузочной площадки могут проявляться до глубины 90, а в почвах трелевочных волоков – до глубины 60 см. Верхние слои почвы трелевочного волока сильно уплотнены, что обуславливает активное развитие здесь процессов оглеения и локального анаэробнозиса. Территория лесопогрузочной площадки переувлажнена, ее почва представляет собой смесь минерального грунта и различных растительных остатков, находящихся на разных стадиях разложения. С учетом новой «Классификации и диагностики почв России» (2004), почва трелевочного волока отнесена нами к технозему поверхностно-турбированному, почва лесопогрузочной площадки – к абраземам.

Почвы технологических элементов лесосеки сохраняют высокую кислотность, характерную для минеральных горизонтов подзолистых почв. Однако поверхностный слой грунта лесопогрузочной площадки имеет менее кислую реакцию среды (pH_{KCl} 5.2), чем в почвах контрольного участка (pH_{KCl} 3.3). Степень насыщенности основаниями (70-90 %) в них существенно выше, по сравнению с почвами контрольного (14-17%) и «пасечных» участков разновозрастных вырубков (10-30%), что возможно связано с поступлением кальция и магния за счет разложения порубочных остатков (кора деревьев, ветви, щепа и т.д.).

Изменение комплекса физических свойств почв, ухудшение в них водно-воздушного режима обусловило изменение условий существования в них почвенной биоты и растений.

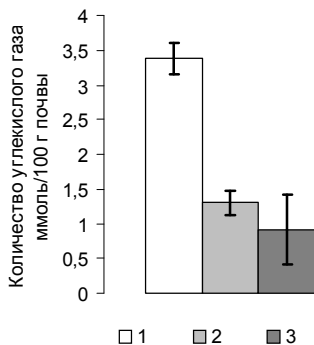


Рис. 5. Биологическая активность почв различных участков лесосеки: 1 – контрольный участок; 2 – лесопогрузочная площадка; 3 – колея трелевочного волока.

Возобновление растительного покрова на трелевочных колеях и, особенно, на лесопогрузочной площадке резко замедлено. В верхних горизонтах трелевочного волока и лесопогрузочной площадки снижена биологическая активность почв (рис. 5). Всхожесть семян в почвах технологических элементов лесосеки снижена и составляет соответственно 72 и 85 % от контроля. Лесная подстилка целинной почвы характеризуется максимальной всхожестью семян – 110 % от контроля. Таким образом, одним из основных факторов, обуславливающих фитотоксичность почв техногенных элементов вырубki, следует считать, удаление естественного напочвенного покрова и горизонта лесной подстилки, являющегося в подзолистых почвах основным органометным горизонтом, аккумулирующим значительные запасы энергии и элементов питания растений.

ГЛАВА V. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ФИТОЦЕНОЗОВ И СВОЙСТВ ПОЧВ В ПРОЦЕССЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ЛЕСОВОЗООБНОВЛЕНИЯ ВЫРУБОК ЗЕЛЕНОМОШНЫХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

5.1. Закономерности изменения фитоценозов на вырубках зеленомошных сосновых лесов на южном пределе средней тайги. На исследованных нами разновозрастных вырубках наблюдается закономерная смена состава древостоя. Основная масса поросли появляется непосредственно в первые годы после рубки. В первые годы после рубки (10-летняя рубка) естественное лесовосстановление осуществляется как за счет березы, так и в равной мере за счет осины. Спустя 20-25 лет осина существенно уступает свои позиции березе. Переувлажнение почв на молодых вырубках активизирует развитие долгомошного напочвенного покрова. На большей части «пасечных» участков молодых вырубок активно формируется в напочвенном покрове кустарничковый ярус, представленный брусничкой. По мере формирования древостоя и восстановления гидрологического режима территории вырубki происходит снижение общего количества деревьев (табл. 1). Сведение хвойного леса и последовательное формирование на его месте лиственных насаждений, а затем восстановление под их пологом коренных пород резко меняют экологические (Карпачевский, 2005; Рожков, 2006; и др.) и микроклиматические условия среды (Изотов, 1965; и др.) на вырубках.

В процессе формирования мелколиственного сообщества на вырубках в таежной зоне меняется биологический круговорот зольных элементов. С листовым опадом в почву возвращается больше азота и оснований, чем с

Таблица 1

Таксационная характеристика древостоя

Участок	Состав древостоя	Средние		Количество деревьев, шт/га
		диаметр, см	высота, м	
Контрольный участок	8С2Ос	26	25	2700
Вырубка 1994 года	4Б4Ос2С+Е	2.5	3	15300
Вырубка 1983 года	9Б1Ос+Е+С	6	8.5	3800
Вырубка 1955 года	9Б1С+Ос, Е	23	24	2700

опадом хвойных деревьев (Продуктивность..., 1975; Обмен вещества и энергии..., 1977).

5.2. Закономерности изменения свойств почв на вырубках. В процессе сукцессионной смены растительности на вырубках сосновых зеленомошных лесов, приуроченных к подзолам на двучленных отложениях, происходит изменение как их морфологических, так и физико-химических свойств. Переувлажнение почв в первое десятилетие после сведения леса на вырубках обуславливает достоверное возрастание мощности лесной подстилки (рис. 6). Постепенное восстановление гидрологического режи-

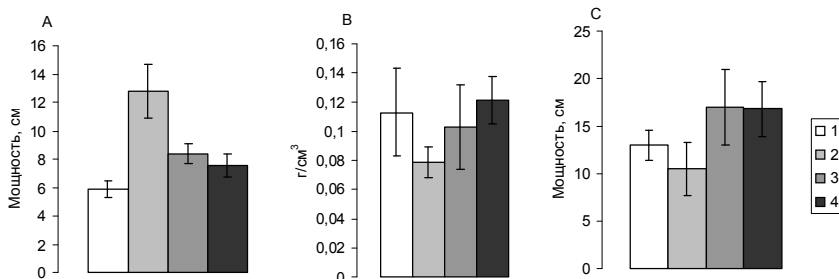


Рис. 6. Варьирование мощности (А) и плотности (В) подстилок, мощности подзолистого горизонта (С) в почвах: 1 – сосняка; 2 – 10-летнего березняка; 3 – 20-летнего березняка; 4 – 50-летнего березняка.

ма территории в процессе формирования древесного насаждения (20- и 50-летняя вырубка) способствует статистически достоверному снижению мощности подстилки по сравнению с почвой березняка, сформировавшегося на вырубке 1994 года. Однако мощность горизонта лесной подстилки на старовозрастных вырубках еще не возвращается к уровню спелого соснового леса. Плотность подстилки на разновозрастных вырубках статистически различается только между 10- и 50-летними березняками. На других исследованных вырубках статистически достоверной разницы в изменении плотности подстилки не выявлено, хотя отмечено уменьшение плотности подстилки в первое десятилетие после рубки древостоя, с последующим ее постепенным увеличением. Статистически достоверного изменения мощности подзолистого горизонта на вырубках не наблюдается. Различия в химических свойствах почв хронологического ряда вырубок, как правило, перекрываются пространственным варьированием искомых характеристик.

5.3. Изменение почвенного органического вещества на вырубках.

Профильное распределение углерода органических соединений (Сорг) в почвах хронологического ряда вырубок (сосняк, 10-, 20- и 50-летний березняк) типично для почв подзолистого типа и характеризуется максимумом накопления грубого органического вещества в лесной подстилке. В минеральных горизонтах содержание Сорг резко снижается вниз по профилю, с некоторой его аккумуляцией в иллювиально-железистом горизонте А2Вfg.

На 10-летней вырубке возрастают, по сравнению с контрольным участком, запасы органического углерода и азота, как в лесной подстилке, так и подзолистом горизонте (рис.7). В почве 20-летней вырубке уменьшаются их за-

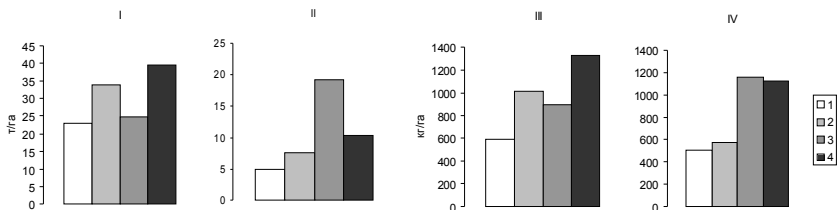


Рис. 7. Распределение запасов углерода в подстилке – I, подзолистом горизонте – II; азота в подстилке (III), подзолистом горизонте (IV). Обозначения участков как на рис. 6.

пасы в подстилке при одновременном увеличении в подзолистом горизонте. При дальнейшем развитии экосистемы возрастают запасы азота в подстилке и подзолистом горизонте при возрастании запасов углерода в подстилке и их уменьшении в подзолистом горизонте. В почвах березняков происходит обогащение гумуса подстилок азотом (сужение отношения C:N).

Фракционно-групповой состав гумуса почвы контрольного участка типичен для подзолистых почв: он характеризуется преобладанием подвижных фракций гуминовых (ГК-1) и фульвокислот (ФК-1а, ФК-1) и практически полным отсутствием фракций гуминовых и фульвокислот, предположительно связанных с Са.

Вниз по профилю возрастает в составе гумуса наиболее «агрессивная» фракция фульвокислот (ФК-1а) и уменьшается доля негидролизующего остатка. В почве «пасечного» участка 1994 года рубки отмечается возрастание доли фракций ГК-1 и ФК-1а в подстилке, отсутствие фракции ФК-1 в минеральной части профиля и появление второй фракции фульвокислот ФК-2. В данной почве происходит значительное уменьшение доли негидролизующего остатка, что свидетельствует о повышении подвижности гумусовых соединений. Отличительной чертой почвы вырубки 1983 года является появление фракции ГК-2 (предположительно связанной с Са) и возрастание доли агрессивной фракции ФК-1а в подзолистом горизонте. В минеральной части почвы 1955 года рубки отсутствует фракция ГК-2, появляется вторая фракция фульвокислот ФК-2, профильное распределение фракции ФК-1а в большей мере соответствует контрольному участку. В составе ПОВ почв трелевочного волокна и лесопогрузочной площадки отмечено увеличение доли наиболее подвижных фракций «свободных» гуминовых и фульвокислот в составе гумусовых веществ, фракций органического вещества, извлекаемого 0.1 н раствором серной кислоты, уменьшение доли негидролизующего остатка по сравнению с почвой контрольного участка. В почве лесопогрузочной площадки наблюдается увеличение доли гуминовых кислот и расширение отношения $S_{гк}:S_{фк}$ по сравнению с почвой контрольного участка.

При смене хвойных пород мелкоколиственными, наиболее информативными показателями гумусного состояния являются: мощности подстилок, запасы органического углерода и азота в них, содержание кислотнорастворимой фракции фульвокислот ФК-1а (табл. 2). Наиболее стабильным показателем является отношение Сгк:Сфк. Его значение изменяется от 0.7 до 1.7 в подстилке, и 0.5- 0.1 в минеральных горизонтах.

Таблица 2

Показатели гумусного состояния почв
фитоценозов хронологического ряда вырубок

Показатель, единица измерения	Сосняк	10 - летний березняк	20-летний березняк	50 - летний березняк
Мощность подстилки, см	5.3-6.5	11-14.7	7.6-9	6.9-8.3
Запасы Сорг в подстилке, т/га	23	34	25	40
Запасы азота в подстилке, кг/га	502	572	1163	1129
Содержание Сорг. в подстилке, %	35-45	26-42	13-37	36-48
Профильное распределение гумуса в метровой толщине	резко убывающее	резко убывающее	резко убывающее	резко убывающее
Обогащенность гумуса азотом в подстилке (по отношению С:N)	38	32	26	30
Степень гумификации органического вещества в подстилках	5-12	5-24	4-16	16-20
Тип гумуса в подстилке, Сгк:Сфк	0.8-1.3	0.5-1.5	0.7-1.7	0.8-1.5
Содержание "свободных" гуминовых кислот в подстилке, % к Сорг.	4-7	5-24	3-15	16-20
Содержание "свободных" фульвокислот в подстилке, % к Сорг.	6-7	3-11	4-10	10-18
Содержание фульвокислот фракции ФК-1а в подстилке, % к Сорг.	1.0-1.7	3.5-7.0	1.9-2.4	2.3-2.9
Показатель интенсивности гумификации (Ih)*	1.1	1.0 / 1.4	1.3	0.7
Углерод извлекаемый раствором 0.1м.пирофосфата натрия в 0.1 н гидроксиде натрия из органогенных горизонтов, % к Сорг.	12-18	33-37	9-24	27-37
Углерод извлекаемый раствором 0.1м.пирофосфата натрия в 0.1 н гидроксиде натрия из минеральных горизонтов, % к Сорг.	15-50	41-57	33-57	24-60

* Ih - вычисляется как отношение суммы ГК в верхнем минеральном горизонте к сумме ГК в нижней части подстилки

5.4. Влияние экологических факторов на содержание различных форм железа и алюминия в почвах. В почве контрольного участка максимум накопления свободных (дитионитрастворимых) форм соединений железа наблюдается в элювиальном горизонте (рис. 8), где происходит интенсивное разрушение первичных железосодержащих минералов под влиянием кислых продуктов, продуцируемых грубогумусными подстилками. Максимум аморфных (оксалатрастворимых) форм соединений железа приходится на горизонт А2Вfh. В нижней части профиля в составе свободных форм соединений железа возрастает доля окристаллизованных соединений, что в принципе характерно для подзолистых почв таежной зоны и соответствует данным литературы. В почве вырубки 1994 года резко увеличивается доля свободных, а в их составе – аморфных форм железа в срединных оглееных

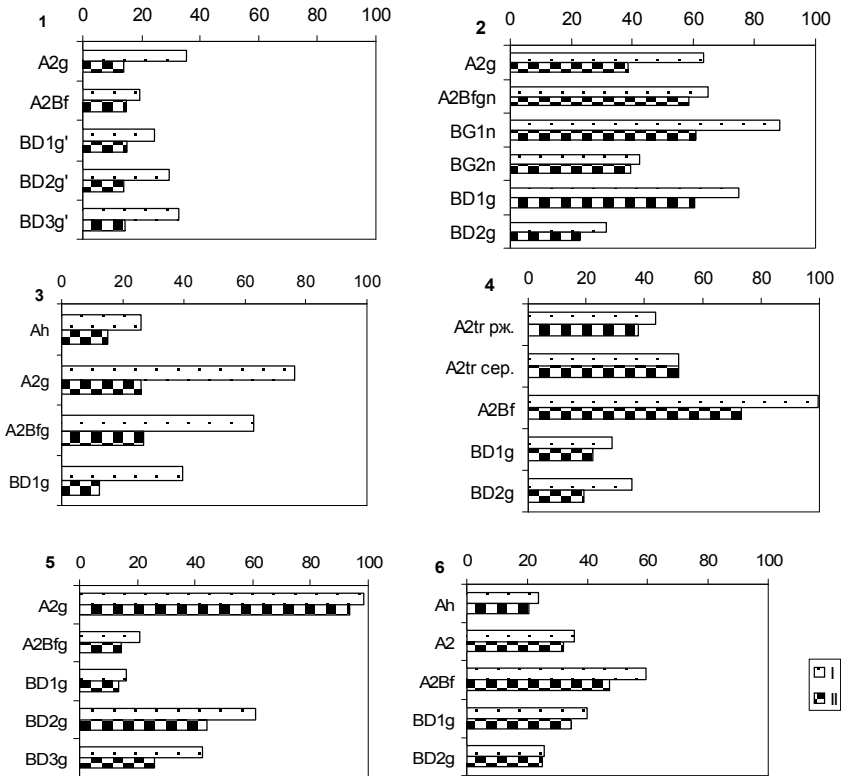


Рис. 8. Распределение дитионит (I) – и оксалатрастворимого (II) железа (% от Fe_2O_3 вал.) в почвах: 1 – сосняка, 2 – 10-летнего березняка (микроронизение), 3 – 10-летнего березняка (выровненный участок), 4 – 20-летнего березняка (турбированный профиль), 5 – 20-летнего березняка, 6 – 50-летнего березняка.

горизонтах профиля. В почве вырубки 1983 года сохраняется обогащение подзолистого горизонта оксалатрастворимым железом, при резком уменьшении свободных форм железа в иллювиально-железистом горизонте и верхней части моренных суглинков. В почве 1955 года профильное распределение аморфных форм соединений железа практически полностью соответствует почве контрольного участка, однако соотношение между свободными формами, аморфными и окристаллизованными формами соединений железа в генетических горизонтах почвы вырубки не соответствует контрольному участку: во всех горизонтах основную роль в составе свободных форм железа играют его аморфные соединения.

5.5. Влияние экологических условий на содержание и состав почвенных новообразований. В биоклиматических условиях средней тайги

сплошные концентрированные рубки сопровождаются изменением гидрологического режима почв, их переувлажнением, и, соответственно, изменением интенсивности протекания глеевых процессов и процессов конкрециеобразования. На вырубке 1994 г., по сравнению с почвой контрольного участка, практически в 5 раз выше содержание ортштейнов в гор. A2 и в 3 раза – в горизонте A2Bf. Естественное облесение вырубки лиственными породами и «разболачивание» территории ведет к уменьшению содержания конкреций как в подзолистом, так и в иллювиально-железистом горизонтах. Однако на вырубке 1955 г. общее содержание конкреций остается достаточно высоким.

На молодых вырубках, в условиях повышенной влажности почв, в составе конкреций выше доля фракций с диаметром 3-4 мм. На вырубке 1994 г. отмечено появление крупных конкреции с диаметром более 5 мм (рис. 9).

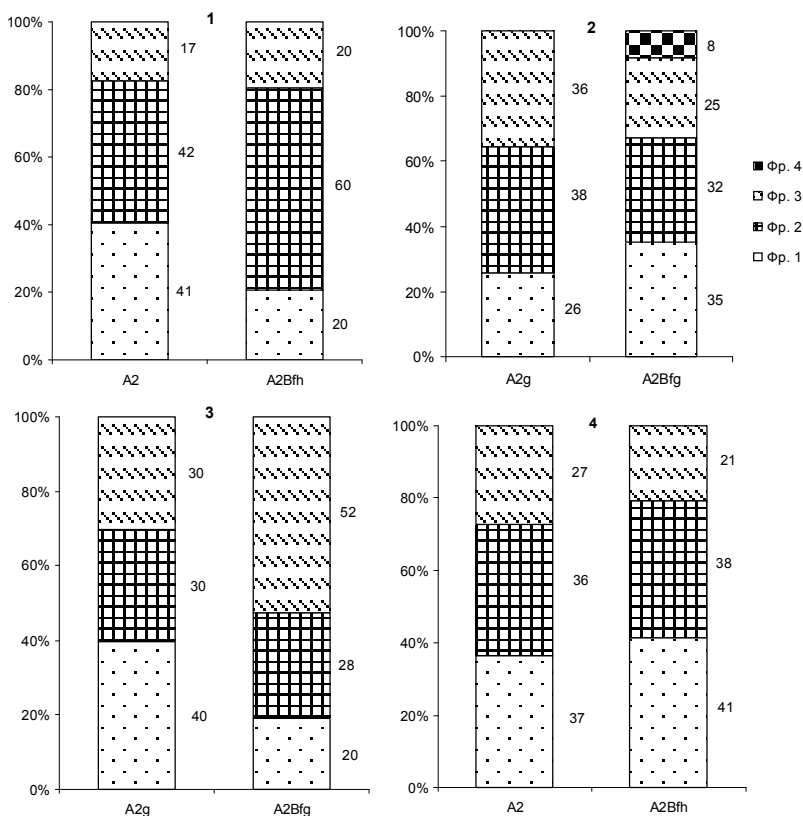


Рис. 9. Фракционный состав конкреций почв (фракция 1 – размер от 1 до 2 мм, фракция 2 – размер от 2 до 3 мм, фракция 3 – более 3 мм, фракция 4 – более 5 мм); обозначения участков как на рис.6.

В подзолистом горизонте в процессе лесовосстановления фракционный состав конкреций возвращается к исходному состоянию. В иллювиально-железистом горизонте, находящемся на контакте с моренными суглинками фракционный состав конкреций даже спустя 50 лет после рубки не соответствует контрольному участку.

Химический состав конкреций закономерно изменяется по генетическим горизонтам целинной почвы. В подзолистом горизонте они обогащены органическим веществом, по сравнению со вмещающей массой и конкрециями горизонта A2Bfg, что согласуется с данными литературы (Дмитриев и др., 1979). На вырубках отмечается возрастание содержания углерода в конкрециях и расширение соотношения C:N, особенно ярко выраженное на участке 1955 г. рубки. В хронологическом ряду вырубков в конкрециях подзолистого горизонта закономерно расширяется соотношение Fe:Mn (в целинной почве – 34, на вырубке 1955 г. – 90), в то время как для горизонта A2Bfg отмечено сужение соотношения Fe:Mn в почвах молодых вырубков (10- и 20-летний березняк), не смотря на формирование в условиях повышенной влажности, по сравнению с почвами контрольного участка и 50-летнего березняка.

Выводы

1. В условиях средней тайги после сплошной рубки древостоя сосняка бруснично-зеленомошного на иллювиально-железистых подзолах, сформированных на двучленных отложениях, лесовосстановление происходит через смену пород. На вырубках формируются молодняки с преобладанием березы. Характер лесовозобновления различен в зависимости от участка лесосеки и степени нарушения почвенного покрова;

2. В процессе восстановительной сукцессии фитоценоза на вырубках происходят существенные изменения в экологическом режиме сообществ и в почвенном покрове. Установлено, что эволюция почв на вырубках в процессе естественного лесовосстановления включает следующий ход развития: подзол иллювиально-железистый > подзол торфянисто-глеевый- (конкреционный) > подзол глееватый > подзол иллювиально-железистый; на наиболее нарушенных участках лесосек – трелевочных волоках и лесопогрузочных площадках – формируются техноземы поверхностно-турбированные и абраземы;

3. Показано, что наиболее мобильными параметрами, в первую очередь изменяющимися в процессе формирования почв на вырубках при ненарушенном напочвенном покрове являются мощность лесных подстилок, состав и запасы органического вещества, соотношение форм соединений железа; наиболее стабильным – кислотность почв, величина соотношения углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот;

4. Выявлено, что максимальные изменения происходят на первых этапах сукцессии растительного покрова: заболачивание вырубков обуславливает усиление процессов глееобразования, возрастание «агрессивности»

гумуса (за счет увеличения относительного содержания фракции фульвокислот ФК-1а) и изменение растворимости гумусовых веществ;

5. Изменение гидрологического режима (переувлажнение) на вырубках в биоклиматических условиях средней тайги обуславливает активное протекание процессов мобилизации, сегрегации железа и конкрециеобразования. Наиболее динамичные компоненты Fe-Mn-новообразований – крупные фракции (диаметр >5 мм), время их образования и растворения исчисляется 10-20 годами. Качественный и количественный состав конкреционных новообразований может являться диагностическим критерием динамики почвенных систем в условиях антропогенного воздействия на таежные экосистемы (сплошно-лесосечные рубки);

6. Показано, что при лесозаготовках механические нарушения почв на лесополосочных площадках могут проявляться до глубины 90 см, трелевочных волоков – до 60 см. Для данных участков характерно статистически достоверное снижение биологической активности по сравнению с целинными почвами и резкое изменение всех физико-химических показателей.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. **Дымов А.А.**, Андреева В.А. Использование метода рК-спектроскопии для изучения структуры фульвокислот // Севергеоэкотех-2002: Тез. докл. науч. конф. - Ухта, 2002. - С. 208-209.

2. **Дымов А.А.** Изменение морфологического и физико-химического состава подзолистых почв Республики Коми в связи с интенсивным лесопользованием // Экология и защита окружающей среды: Тез. докл. X Всерос. студ. конф. - Красноярск, 2003. - С. 50-51.

3. **Дымов А.А.**, Лаптева Е.М., Рязанов М.А. Трансформация подзолистых почв в процессе лесозаготовки // Стационарные лесозаботические исследования: методы, итоги, перспективы: Матер. докл. междунар. конф. - Сыктывкар, 2003. - С. 54-56.

4. **Дымов А.А.** Влияние лесозаготовительной деятельности на трансформацию подзолистых почв Республики Коми // VIII Санкт-Петербургская Ассамблея молодых ученых и специалистов: Аннотация работ по грантам Санкт-Петербургского конкурса 2003 года для студентов, аспирантов и молодых специалистов. - СПб., 2003. - С. 73.

5. **Дымов А.А.** Влияние изменения лесной растительности на состав почвенного органического вещества // Ломоносов 2004: Тез. докл. XI междунар. конф. МГУ. - М., 2004. - С. 49-50.

6. **Дымов А.А.**, Виноградова Ю.А. Изменение органогенных горизонтов подзолистых почв при лесовосстановлении // Биология - наука XXI века: Тез. VIII междунар. Пушинской школы-конференции молодых ученых. - Пушкино, 2004. - С. 174.

7. **Дымов А.А.** Изменение свойств подзолистых почв на вырубках // Актуальные проблемы биологии и экологии: Матер. докл. XI молодеж. науч. конф. Института биологии Коми НЦ УрО. - Сыктывкар, 2004. - С. 81-82.

8. **Дымов А.А.**, Лаптева Е.М. Закономерности изменения подзолистых почв в процессе лесозаготовки // Почвы – национальное достояние России: Матер. IV съезда Докучаевского общества почвоведов. - Новосибирск, 2004. Кн. 2. - С. 331.

9. **Дымов А.А.** Влияние лесозаготовительной деятельности на трансформацию подзолистых почв Республики Коми // Актуальные проблемы биологии и экологии: Матер. докл. X молодеж. науч. конф. - Сыктывкар, 2003. - С. 76-77.

10. Лаптева Е.М., **Дымов А.А.**, Рязанов М.А. Трансформация подзолистых почв в процессе лесозаготовки // Вопросы экологии и природопользования в аграрном секторе: Матер. всерос. науч.-практич. конф. - М., 2003. - С. 165-171.

11. **Дымов А.А.**, Каверин Д.А. Изменение напочвенного покрова и морфологических свойств почв вырубок в процессе естественного лесовосстановления // Экологические функции лесных почв в естественных и антропогенно нарушенных ландшафтах: Матер. междунар. конф. - Петрозаводск, 2005. - С. 243-244.

12. **Dymov A.**, Lapteva E. Soil organic matter composition and physico-chemical properties of soils in clear-cut area // «Cryosols: genesis, ecology and management»: Materials of IV International Conference on Cryopedology. - Moscow, 2005. - P. 80-81.

13. **Дымов А.А.** Пространственное варьирование морфологических свойств подзолистой почвы в лесу и на вырубке // Актуальные проблемы биологии и экологии: Матер. докл. XII молодеж. науч. конф. Института биологии Коми НЦ УрО РАН. - Сыктывкар, 2005. - С. 47-48.

14. Lapteva E.M., **Dymov A.A.** Behavior of Iron Compounds in soils of a chronosequence of clear-cuts // Soil and Water Conservation under Changing Land Use: Materials of the International ESSC Conference. - Lleida, (Catalonia, Spain), 2006. - P. 231-234.

15. **Дымов А.А.**, Лаптева Е.М. Изменение подзолистых почв на двучленных отложениях при рубках // Лесоведение, 2006. - №3. - С. 42-49.

16. **Дымов А.А.** Поведение соединений железа в почвах вырубок // Биология - наука XXI века: Тез. докл. X Пущинской школы-конференции. - Пущино, 2006. - С. 227.

Тираж 120

Заказ 06(07)

Информационно-издательская группа
Института биологии Коми научного центра
Уральского отделения РАН
167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28