

УДК 630\*114.33:630\*114. 441.2

## ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВ И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ ПОСЛЕ СПЛОШНОЛЕСОСЕЧНЫХ РУБОК

© 2015 г. Е. М. Лаптева, Г. М. Втюрин, К. С. Бобкова, Д. А. Каверин,  
А. А. Дымов, Г. А. Симонов

*Институт биологии Коми научного центра УрО РАН*

*167982, Республика Коми, Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28*

E-mail: lapteva@ib.komisc.ru, soil@ib.komisc.ru, bobkova@ib.komisc.ru, dkav@mail.ru,  
aadyamov@gmail.com, simonov@ib.komisc.ru

Поступила в редакцию 24.04.2015 г.

Рассмотрены особенности изменения почвенного покрова и некоторых морфологических и физико-химических свойств подзолистых суглинистых почв после сплошнолесосечных рубок еловых лесов. Показано, что в биоклиматических условиях средней тайги вырубка ельников черничных, занимающих относительно дренированные территории, приводит к временному поверхностному переувлажнению подзолистых текстурно-дифференцированных почв, не сопровождающемуся их переходом в другой тип. Почвенный покров производных лиственнично-хвойных насаждений, формирующихся на участках сплошнолесосечных рубок, характеризуется мелкоконтурностью и сочетанием основных подтипов подзолистых почв, характерных для ненарушенных еловых лесов. Усиление поверхностного гидроморфизма на вырубках обуславливает формирование сложных подтипов подзолистых текстурно-дифференцированных почв (подзолистых поверхностно-глеяватых с микропрофилем подзола) и возрастание их доли (до 35–38 %) в структуре почвенного покрова. Временное переувлажнение почв на первых стадиях (5–10 лет) послерубочной самовосстановительной сукцессии растительности обуславливает поверхностное оглеение почв, активизацию выноса и сегрегации соединений железа, возрастание миграционной активности гумусовых веществ. Уменьшение содержания и запасов общего азота в органогенных горизонтах маркирует процессы антропогенной трансформации подзолистых почв на этом этапе. На поздних стадиях (30–40 лет) восстановления через смену пород древесного яруса на вырубках в подзолистых текстурно-дифференцированных почвах сохраняются остаточные явления ранее прошедших этапов переувлажнения, отмечается возрастание плотности лесных подстилок, снижение в них кислотности, мощности и массовой доли органического углерода по сравнению с подзолистыми почвами коренного елового насаждения. В верхних минеральных горизонтах почв производных лиственнично-хвойных насаждений, характеризующих различные стадии послерубочной сукцессии растительности, отмечено возрастание по сравнению с почвами ненарушенного елового леса содержания валовых форм соединений железа, его подвижных (оксалатрастворимых) компонентов, Fe-Mn конкреций.

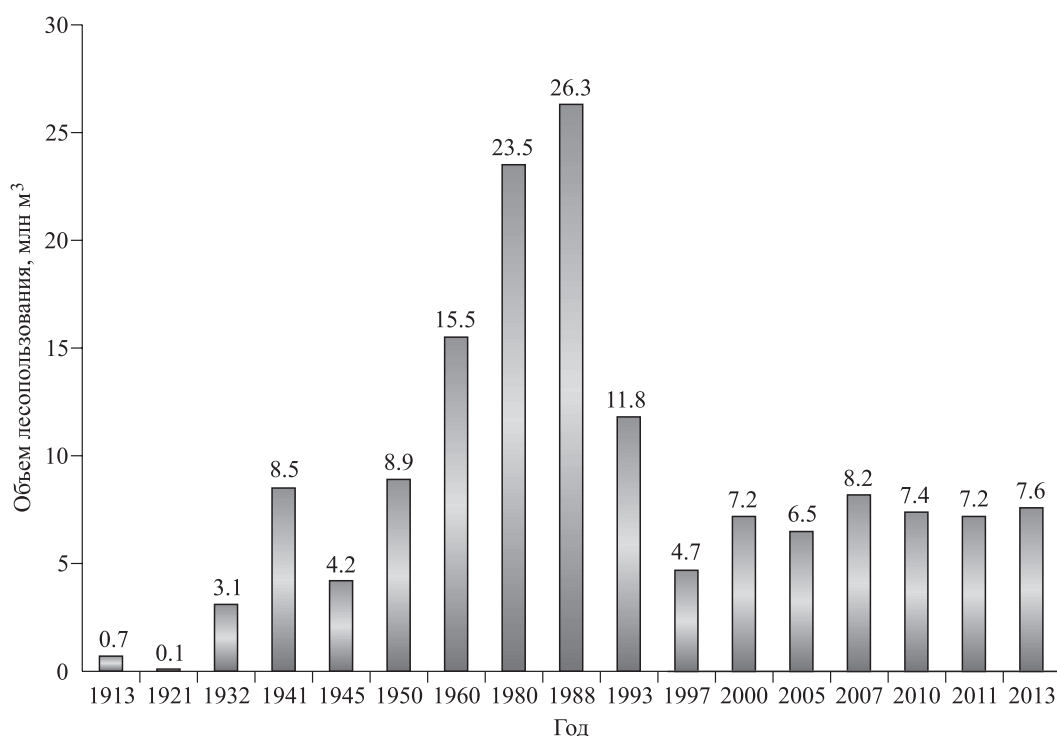
**Ключевые слова:** *средняя тайга, подзолистые текстурно-дифференцированные почвы, почвенный покров, рубки, антропогенная трансформация почв, Республика Коми.*

DOI: 10.15372/SJFS20150505

### ВВЕДЕНИЕ

Промышленные рубки – один из основных экологических факторов, в настоящее время определяющих скорость и направление лесообразовательного процесса на территории европейского Северо-Востока России. В Республике Коми (РК), лесопокрытая площадь которой составляет почти 29 млн га

(Государственный доклад..., 2014), эксплуатация лесов началась в конце XIX в. (Итоги..., 1903) и максимальной интенсивности достигла к середине 80-х гг. XX в. (рис. 1), когда на значительной территории РК были вырублены наиболее продуктивные массивы темнохвойных лесов южной и средней тайги (Лесное хозяйство..., 2000). Возобновление древесной растительности на вырубках, про-



**Рис. 1.** Динамика объемов лесопользования в Республике Коми (Государственный доклад..., 2014).

ходящее через смену хвойных пород лиственными, привело к формированию малоценных производных лиственных и лиственно-хвойных насаждений (Ларин, 1993; Леса..., 1999; Дегтева, 2005). Со сменой растительного покрова на вырубках тесно связаны процессы трансформации и эволюции как почв, так и почвенного покрова в целом. Направление и скорость этих преобразований определяются прямым или опосредованным воздействием применяемой технологии, сезоном проведения рубки, а также особенностями локальных и географических условий местности (Втюрин, 1991; Телеснина, Шахин, 1999; Бобровский, 2010).

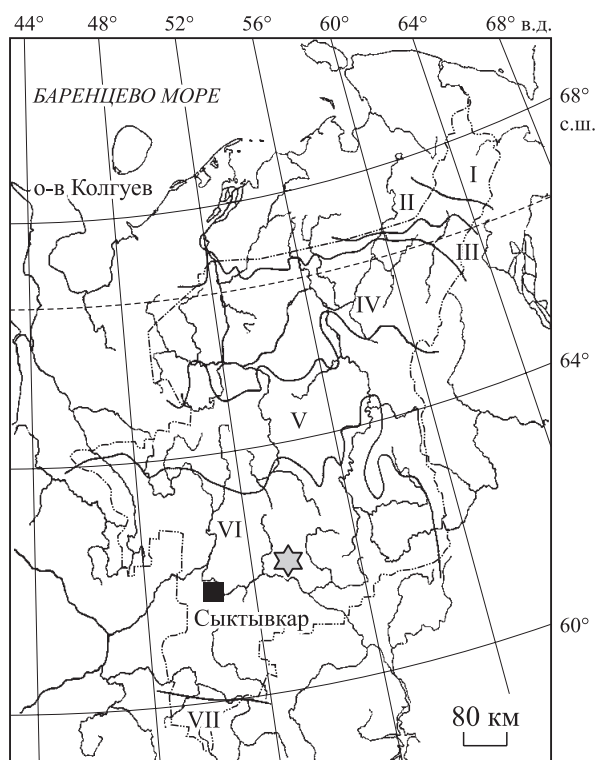
В связи со значимостью почв в сохранении биоразнообразия и поддержании устойчивого развития наземных экосистем (Добровольский, Никитин, 2000) особое внимание при их изучении обращено на изменения под влиянием антропогенных факторов, в том числе в результате проведения в таежной зоне концентрированных и сплошнолесосечных рубок (Побединский, 1973; Писаренко, 1977; Казимиров и др., 1978; Морозова, 2004). В частности, в Республике Коми к настоящему времени исследованы некоторые аспекты послерубочной трансформации почв подзолистого типа,

развитых на песчаных и супесчаных (Дмитриев, 1950; Верховланцева, 1962), двучленных (Дымов, Лаптева, 2006; Дымов, 2007) и однородных суглинистых (Фролова, 1965; Втюрин, 1991, 1997; Путеводитель..., 2007) почвообразующих породах. Оценена специфика трансформации почвенного органического вещества в ходе естественного лесовозобновления на вырубках (Дымов, Лаптева, 2006; Дымов и др., 2012б; Falsone et al., 2012; Дымов, Милановский, 2014).

Цель данной работы – выявление закономерностей изменения почвенного покрова, морфологического строения и некоторых физико-химических свойств подзолистых текстурно-дифференцированных почв в ходе самовосстановительной сукцессии растительности после сплошнолесосечных рубок среднетаежных еловых лесов.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Для изучения закономерностей трансформации почв и почвенного покрова после сплошнолесосечных рубок среднетаежных еловых лесов на территории РК (Усть-Куломский р-н) подобраны лесные фитоценозы, подвергавшиеся рубкам в разные годы (рис. 2). Согласно



**Рис. 2.** Месторасположение района исследования (отмечен звездочкой).

Зоны и подзоны: I – южная тундра; II – северная лесотундра; III – южная лесотундра; IV – тайга крайнесеверная; V – северная; VI – средняя; VII – южная.

почвенно-географическому районированию центральной и восточной частей европейской территории СССР (Подзолистые почвы..., 1981), объекты исследования расположены в Южнотиманском округе Вычегодской провинции среднетаежной подзоны типичных подзолистых почв. Данный регион характеризуется умеренно холодным, умеренно континентальным климатом со среднегодовой температурой воздуха 0,3 °С. Средняя температура самого теплого месяца (июль) 17,3 °С, самого холодного (январь) – минус 16,5 °С. Зима продолжается 5–6 мес. Годовое количество осадков в среднем составляет 500–520 мм. В холодный период года выпадает 30–35, в теплый – 65–70 % годового количества осадков. За год насчитывается 200–210 дней с осадками, которые, как правило, непродолжительны, особенно в теплый период года.

Выделенные ключевые участки лесных насаждений приурочены к водораздельным ландшафтам возвышенности Джемимпарма с абсолютными высотами 250–350 м над ур. м. (западные отроги Тиманского кряжа). Их подробное описание представлено в ранее опу-

бликованных работах (Путеводитель..., 2007; Дымов и др., 2012a; Дымов, Милановский, 2014). Объектами исследования послужили почвы спелого ельника черничного (ПП1) и производных фитоценозов – лиственно-елового молодняка I класса возраста (ПП2) и средневозрастного березняка разнотравного (ПП3), сформировавшихся после сплошнолесосечных рубок, проведенных в зимний период 2001/2002 и 1969/1970 гг. соответственно (табл. 1). Первичная растительность во всех исследованных сообществах – ельники черничные, преобладающие почвы – подзолистые текстурно-дифференцированные, развитые на крупнопылеватых покровных суглинках.

В каждом из исследуемых насаждений заложены три-четыре круглые пробные площади (ПП) по ОСТ 56-69-83 размером 300 м<sup>2</sup>. На ПП проведен сплошной пересчет деревьев, таксационная обработка выполнена с использованием специализированных таблиц (Лесотаксационный справочник..., 1986). Почвенная съемка ключевых участков площадью около 5 тыс. м<sup>2</sup> каждый выполнена в 2005–2007 гг. с использованием кипрегеля модели КН. Диагностика почв проведена с учетом принципов «Классификации и диагностики почв России» (2004). Характеристика морфологического строения и физико-химических свойств почв представлена на основе описания опорных разрезов и анализа почвенных образцов, отобранных в соответствии с генетическими горизонтами. Местоположение разрезов указано на картосхемах (рис. 3). Из верхних горизонтов (до глубины 50–70 см) методом мокрого просеивания препаративно выделены железо-марганцевые новообразования с их последующим разделением на фракции размером 1–2, 2–3, 3–5 и более 5 мм (Зайдельман, Никифорова, 2001). Пространственное варьирование свойств учтено на основе анализа проб почв верхних горизонтов, отобранных из прикопок в пределах ключевых участков (30–40 на каждом участке).

Физико-химические исследования выполнены в аккредитованной экоаналитической лаборатории Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Актуальная кислотность (рН водной вытяжки) определена потенциометрически на иономере «Анион-4100» при соотношении почва : раствор 1 : 25 для органогенных го-

**Таблица 1.** Краткая характеристика объектов исследования

Показатель	Ключевой участок		
	ПП1	ПП2	ПП3
Год рубки	–	2000/2001	1969/1970
Способ рубки	–	Сплошнолесосечная с сортиментной трелевкой древесины	Сплошнолесосечная с хлыстовой трелевкой древесины
Растительность	Ельник черничный	Лиственный-еловый молодняк I класса возраста	Березняк разнотравный
Состав древостоя	6Е4Пх+Б	5Б4Е1Пх	7Б2Е1Пх
Возраст древостоя, лет	60–230	7**	36
Полнота	0.7	–	0.9
Бонитет	IV	–	II
Запас древесины, м <sup>3</sup> /га	251	–	187
Состав древостоя до рубки*	–	9Е1Б+Пх	7Е2Б1Пх
Полнота до рубки*	–	0.8	0.7
Бонитет до рубки*	–	IV	IV
Запас древесины до рубки*, м <sup>3</sup> /га	–	280	260
Тип, подтип почвы	Подзолистая с микропрофилем подзола глубокоглееватая	Подзолистая поверхностно-глееватая с микропрофилем подзола	Подзолистая глубокоглееватая
Строение профиля	O-[e-hf]-ELf-BEL-BT-BCg-Cg	O-[e,hi-hf]g-ELf-BEL-BT-BC(g)	O-EL(n)-ELf-BEL-BT-BCg-Cg

Примечание. \* По данным плана лесонасаждений Усть-Куломского лесничества; \*\* возраст лиственных пород, составляющих основу древостоя, 7 лет, хвойных – от 5 до 30 лет.

ризонтов. Определение содержания органического углерода ( $C_{орг}$ ) и общего азота ( $N_{общ}$ ) выполнено на CNHS-O анализаторе EA-1110 фирмы Carlo Erba. Валовое содержание железа и его оксалат- и дитионитрастворимых соединений определено общепринятыми методами (Теория..., 2006). Для оценки степени гидроморфизма почв использован коэффициент Швертмана – величина соотношения содержания в почвах оксалат- и дитионитрастворимых форм соединений железа (Зайдельман, Никифорова, 2001).

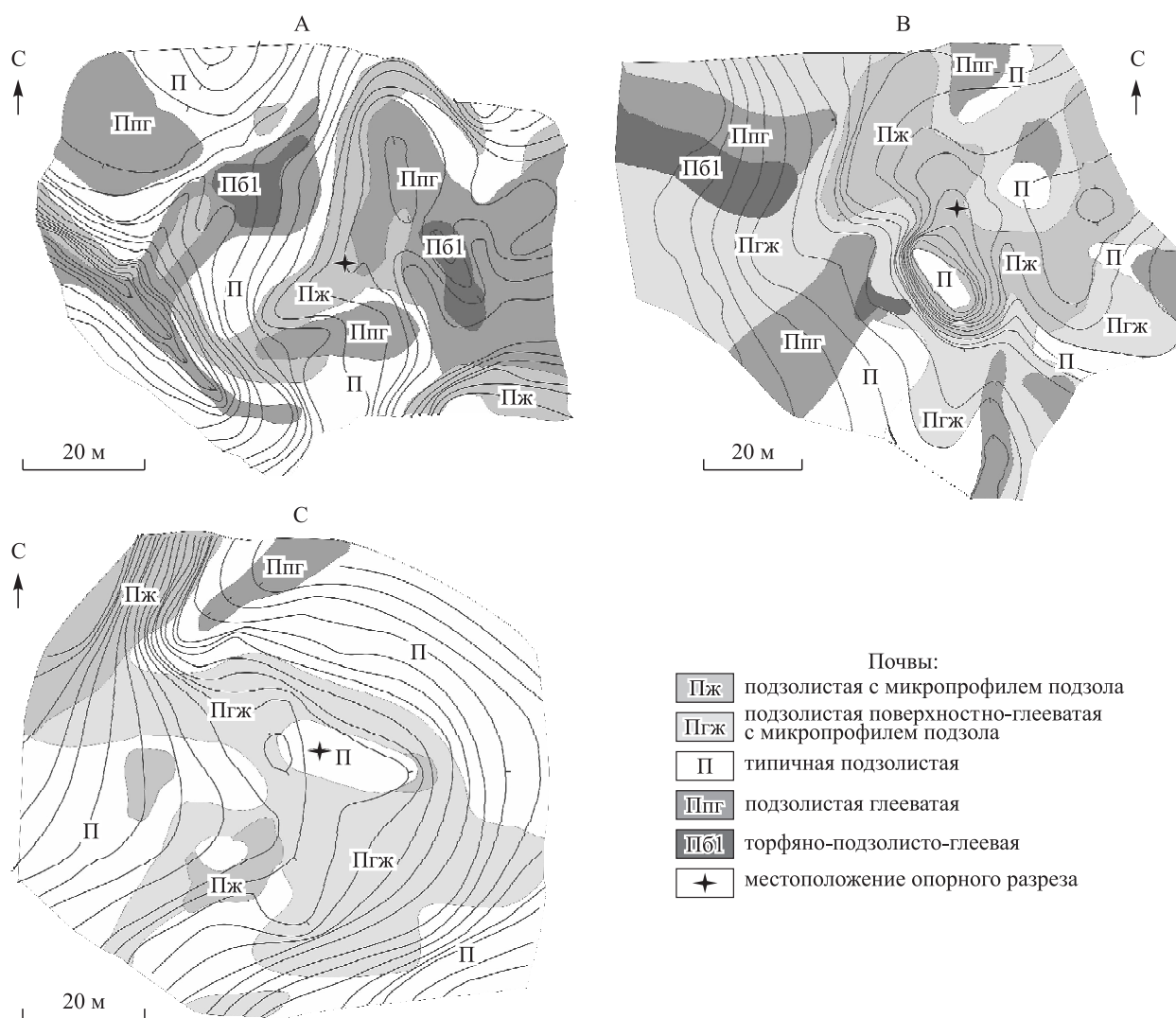
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ель – доминирующая древесная порода лесного покрова Республики Коми (Леса..., 1999). На долю еловых насаждений приходится 53.7 % лесопокрытой площади региона (Государственный доклад..., 2014). Они приурочены в основном к суглинистым почвообразующим породам с подзолистыми и болотно-подзолистыми почвами (Атлас почв...,

2010). Почвенный покров таких сообществ отличается пестротой и мелкоконтурностью, что предопределено спецификой мезо- и микрорельефа водораздельных территорий РК (Втюрин, 1991). Крупномасштабное картирование участка коренного ельника черничного (ПП1) выявило в структуре почвенного покрова несколько типов и подтипов почв (табл. 2). Основную площадь занимают типичные подзолистые (44 %) и подзолистые глееватые (34 %) почвы. В наиболее дренированных позициях представлены подзолистые почвы с микропрофилем подзола (18 %), в условиях дополнительного увлажнения (в тальвегах ложбин и замкнутых понижениях с долгомошно-сфагновым покровом) – торфяно-подзолисто-глеевые (4 %). Мощность органогенных горизонтов подзолистых почв не превышает 10 см, торфяно-подзолисто-глеевых – 20 см.

Морфологическое строение типичных подзолистых почв (II), развитых на территории исследования, в целом отвечает центральному





**Рис. 3.** Картограммы почвенного покрова ельника черничного (А) и производных фитоценозов – лиственнично-елового молодняка I класса возраста (В) и средневозрастного березняка разнотравного (С). Сечение горизонталей – 10 м.

образу типа: O-EL(f)-BEL-BT(g)-C(g). Для них характерно наличие лесной подстилки, осветленного элювиального (EL) горизонта с однородной белесой окраской, сменяющейся зачастую в нижней части горизонта на светло-палевую (ELf). Структура тонкоплитчатая или чешуйчатая, верхняя сторона плитки наиболее отбелена, на нижней, обычно буроватого оттенка, присутствуют Fe-Mn конкреции. Осветленный элювиальный горизонт переходит в текстурный (BT), образуя языковатую границу. В текстурном горизонте бурых тонов, как правило, отчетливо выражена ореховато-призматическая структура. Наблюдаются выраженные признаки передвижения тонкодисперсного глинистого вещества в переходном горизонте и в верхней части текстурного в виде отбеленных кварцевых зе-

рен, в текстурном – в виде глинистых кутан на поверхности педов. Почвообразующие породы под рассмотренными нами подзолистыми почвами имеют слабые признаки гидроморфизма в виде стяжений и ржавых или сизых пятен.

Подзолистые глееватые почвы (Ппг) формируются в условиях дополнительного латерального увлажнения. Они отличаются четко выраженными признаками оглеения в средней и нижней частях профиля в виде сизоватых и ржавых разводов и пятен, занимающих 30–80 % от площади среза оглеенной толщи. В верхней части элювиальной толщи таких почв, непосредственно под подстильно-торфяным горизонтом, наблюдается прокрашивание в темные тона за счет иллювирувания гумусовых веществ: O-EL,hi-ELf-BEL-BTg-Cg.

**Таблица 2.** Состав почвенного покрова ключевых участков

Участок	Подтипы почв, доля от общей площади, %				
	Пж	Пгж	П	Ппг	Пб1
Ельник черничный (контрольный, ПП1)	18	0	44	34	4
Лиственнично-хвойный молодняк (ПП2)	23	38	10	22	6
Березняк разнотравный (ПП3)	10	35	52	2	0

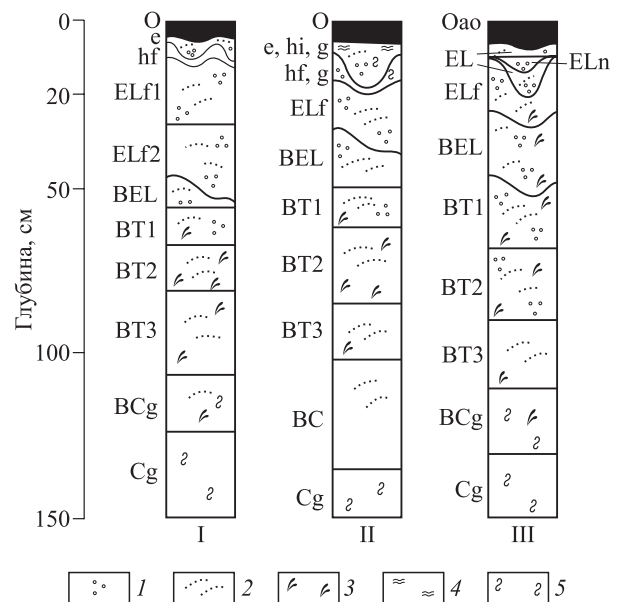
Примечание. Обозначения почв как на рис. 3. Почвы приведены в порядке возрастания увлажнения.

Подзолистые почвы с микропрофилем подзола (Пж) диагностируются по наличию в пределах элювиальной части профиля четко выраженного субпрофиля иллювиально-гумусово-железистого подзола: O-[e-hf]-ELf-BEL-BT(g)-Cg (рис. 4). Непосредственно под подстилкой формируется наиболее отбеленный подзолистый горизонт e, сменяющийся мало мощным охристо-бурым иллювиально-гумусово-железистым горизонтом hf или линзами буро-охристого или палевого цветов. На контакте с текстурной толщей могут наблюдаться переходный светло-палевый горизонт ELf или его фрагменты. Общая мощность элювиальной толщи с вложенным субпрофилем не превышает 40–55 см. В пределах субпрофиля подзола наблюдается элювиально-иллювиальное перераспределение соединений железа (рис. 5).

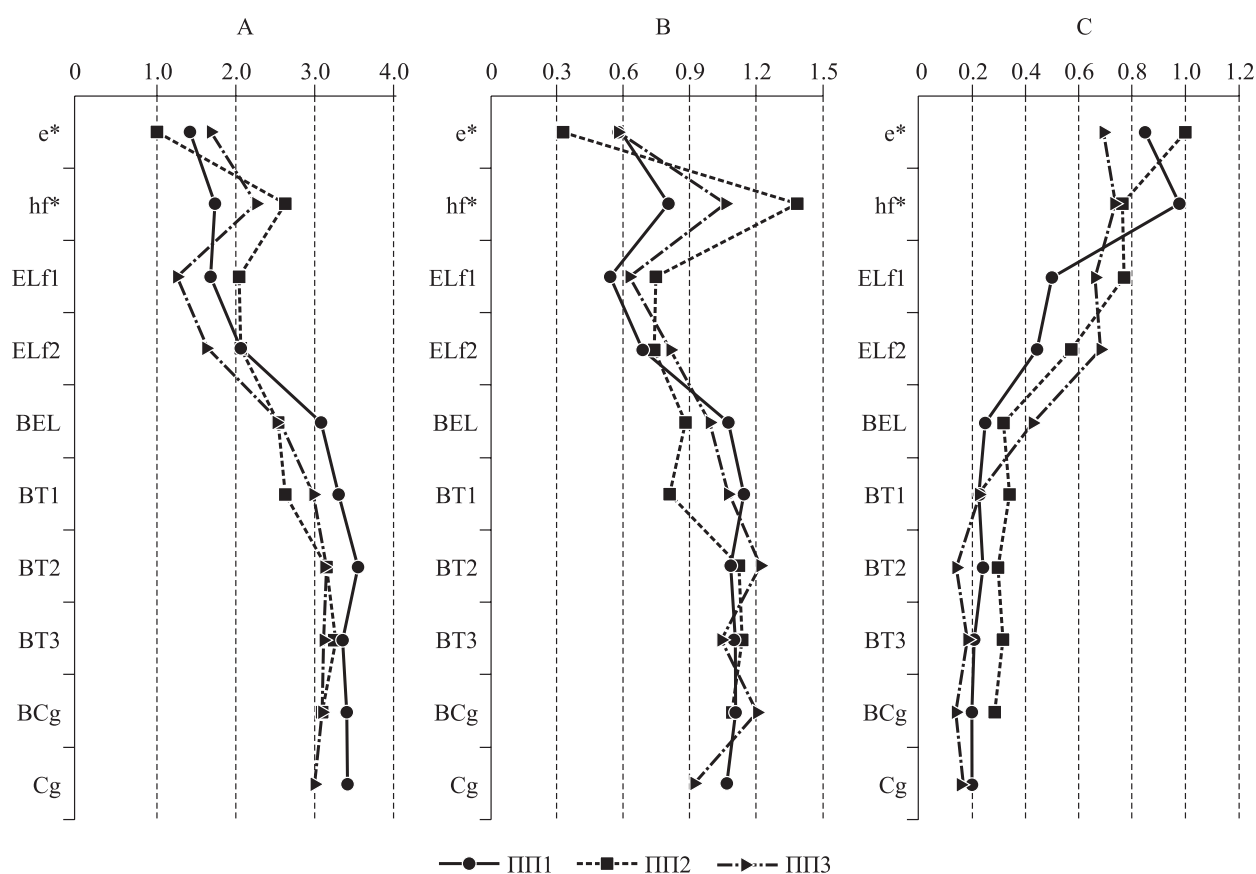
В почвах вторичных фитоценозов возрастает поверхностное оглеение, иллювиально-гумусово-железистый горизонт микропрофиля подзола приобретает более темную окраску вплоть до коричневой, его структура меняется на комковато-слоеватую. В нем возрастает содержание как валовых форм соединений железа, так и его подвижных (оксалатрастворимых) компонентов (см. рис. 5). Это обусловлено возрастанием миграционной активности соединений железа в условиях усиления поверхностного гидроморфизма на вырубках. Профиль таких почв отвечает сложному подтипу подзолистых поверхностно-глееватых с микропрофилем подзола (Пгж): O-[e,hi-hf]g-ELf-BEL-BT-BC(g) (см. рис. 4). По степени нарастания поверхностного увлажнения рассмотренные типы и подтипы почв образуют естественный ряд: Пж → Пгж → П → Ппг → Пб1.

Как видно из данных табл. 2, основные изменения в структуре почвенного покрова, возникшие после рубок фитоценозов, связаны с

активизацией процесса поверхностного переувлажнения. Нахождение в почвах после сплошных рубок циклов заболачивания – разболачивания указывают многие исследователи (Дмитриев, 1950; Морозова, 2004; Исаченкова, Герасимова, 2007; Архипова, Исаченкова, 2013). Переувлажнение почв в послерубочный период обусловлено, с одной стороны, возрастанием мощности и влагозапасов в снежном покрове лиственных насаждений, формирующихся на вырубках, по сравнению с ненарушенными темнохвойными лесами (Буренина и др., 2013; Онучин и др., 2014), а с другой – существенным снижением транспирации растительностью в первые годы после рубки древостоя.



**Рис. 4.** Схематическое строение почв опорных разрезов: I – подзолистая с микропрофилем подзола глубокоглееватая (участок ПП1); II – подзолистая поверхностно-глееватая с микропрофилем подзола (ПП2); III – подзолистая глубокоглееватая (ПП3); 1 – конкреции; 2 – скелетаны; 3 – глинистые пленки (натечи); 4 – потеки иллювиального гумуса; 5 – сизые и ржаво-охристые пятна оглеения.



**Рис. 5.** Профильное распределение массовой доли (%) валового содержания железа (А), его оксалатрастворимых соединений (В) и коэффициента Швермана (С) в почвах ельника черничного (ПП1), лиственнично-елового молодняка (ПП2) и средневозрастного березняка разнотравного (ПП3). Индексами  $e^*$  и  $hf^*$  отмечены горизонты микропрофиля подзола ненарушенной почвы и соответствующие им горизонты в почвах вырубков.

Следует отметить, что сукцессионная смена растительного покрова на рассмотренных нами вырубках еловых лесов не сопровождается переходом подзолистых почв в другой тип. В производных березово-еловых сообществах (ПП2 и ПП3) не отмечено существенного возрастания доли торфяно-подзолисто-глеяных почв или появления других типов почв, относящихся к отделу текстурно-дифференцированных (см. рис. 3, В, С). Возрастание поверхностного увлажнения после сведения елового леса нашло свое отражение в преимущественном развитии на вырубках сложных подтипов подзолистых почв – подзолистых поверхностно-глеяватых с микропрофилем подзола (Пгж), на долю которых приходится соответственно 38 и 35 % площади ключевых участков ПП2 и ПП3 (см. табл. 2). В средневозрастном березняке послерубочного происхождения (ПП3), находящемся в настоящее время на этапе интенсивного развития лиственного яруса, отсутствие торфяно-подзолисто-глея-

вых почв (см. рис. 3, С) может быть связано как с отсутствием четко выраженных западин и ложбин в рельефе данного участка, так и с последовательным снижением уровня увлажненности почв вследствие возрастания транспирации древесными растениями. Важным фактором в данном случае являются особенности мезорельефа территории исследования. Его выраженная расчлененность способствует лучшей дренированности и, следовательно, снижению длительности периодов переувлажнения в отличие от плоскоравнинных участков, где отмечен на ранних стадиях послерубочных сукцессий переход среднетаежных подзолистых почв, сформированных на двучленных отложениях, в другую типовую принадлежность (Дымов, 2007).

Основные морфологические изменения почв в процессе восстановления растительного покрова на вырубках среднетаежных ельников рассмотрены нами на примере опорных разрезов (см. рис. 4). Они связаны с усилением

**Таблица 3.** Содержание конкреций в почвах коренного ельника (ПП1) и лиственнично-хвойных насаждений, сформировавшихся на вырубках 2001/2002 (ПП2) и 1969/1970 гг. (ПП3)

Горизонт	Глубина, см	Общее содержание, %	Размер фракций (мм), доля от общего содержания, %					
			> 5	3–5	2–3	1–2	0.5–1	0.25–0.5
<i>Ельник черничный (ПП1)</i>								
e	3 (6)–6 (12)	3.22	0	6	21	46	26	1
hf	6 (12)–10 (12)	2.29	2	12	32	41	13	0
ELf1	10 (12)–31	1.73	0	4	14	52	28	2
ELf2	31–46 (54)	1.28	0	1	7	49	34	9
BEL	46 (54)–56	0.72	0	0	3	47	41	9
BT	56–67	0.28	0	0	2	36	44	18
<i>Лиственнично-хвойный молодняк I класса возраста (ПП2)</i>								
e, hi, g	6–8(20)	6.62	2	11	22	42	21	2
hf, g	8(20)–17(21)	6.85	1	5	21	40	24	9
ELf1	17(21)–30	1.23	0	16	26	40	16	2
ELf2	30–38(40)	0.76	0	3	18	50	28	1
BEL	38(40)–50	1.58	0	4	13	37	31	15
BT	50–62	0.32	0	0	11	39	31	19
<i>Средневозрастной березняк разнотравный (ПП3)</i>								
EL	5–9(23)	3.78	1	10	26	44	18	1
ELn	10–15	7.86	0	9	19	48	23	1
ELf1	9(23)–26(31)	3.26	2	6	18	47	24	3
ELf2	12(18)–26(29)	3.53	5	21	27	33	13	1
BEL	26(31)–32(39)	1.65	0	7	18	40	22	13

ем степени гидроморфизма после сведения древостоя и максимально выражены в почве лиственнично-елового молодняка (ПП2). Эти изменения проявляются не только в оглеении верхних горизонтов, возрастании подвижности соединений железа, но и в активизации перераспределения гумусовых веществ в профиле почв. Повышение в составе органического вещества почв производных фитоценозов доли гидрофильных компонентов, хорошо растворимых в воде и способных мигрировать с почвенным раствором в виде комплексов с соединениями железа и алюминия (Дымов, Милановский, 2014), объясняет формирование на ранних стадиях послерубочной сукцессии более ярко выраженного иллювиально-гумусово-железистого горизонта hf в субпрофиле подзола.

С возрастанием увлажнения в почвах вырубок тесно связано увеличение общего содержания Fe-Mn-новообразований, а в их составе – крупных конкреций диаметром 3–5 мм, особенно в верхней части элювиальной толщи профиля (табл. 3). Аналогичная картина выяв-

лена при изучении трансформации почв, формирующихся в подзоне средней тайги РК на двучленных почвообразующих породах после рубки сосновых лесов (Дымов, 2007). Полученные нами данные согласуются с исследованиями Ф. Р. Зайдельмана и А. С. Никифоровой (2001), свидетельствующими о возрастании доли крупных конкреций при заболачивании и уменьшении их доли – при осушении переувлажненных почв. На развитие почв вырубок в условиях поверхностного переувлажнения указывает также возрастание величины коэффициента Швертмана в верхних горизонтах их профилей (см. рис. 5, С).

В почвенном покрове средневозрастного разнотравного березняка (ПП3), как и в коренном ельнике (ПП1), преобладают типичные подзолистые почвы. Элювиальная толща таких почв имеет мозаичное строение, характеризующееся нарушением горизонтального залегания и непрерывности горизонтов (Путеводитель..., 2007). В профиле почвы 36-летнего березняка наблюдаются перераспределение и сегрегация соединений железа с образова-



**Таблица 4.** Изменение некоторых свойств горизонтов лесных подстилок в почвах коренного ельника (ПП1) и разновозрастных лиственнично-хвойных насаждений, сформировавшихся на вырубках 2001/2002 (ПП2) и 1969/1970 гг. (ПП3)

Параметры лесной подстилки	Участок		
	ПП1	ПП2	ПП3
Объем выборки	39	40	30
Мощность, см	5.5±0.8*	5.8±0.6*	4.1±0.4*
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0.11±0.02*	0.10±0.01*	0.15±0.02*
pH водной вытяжки, ед. pH	4.3±0.1*	4.4±0.1*	5.0±0.2*
Содержание C <sub>орг</sub> , %	42.2±1.0*	42.0±1.1*	37.6±2.5*
Запасы C <sub>орг</sub> , т/га	25.53	24.36	23.12
Содержание N <sub>общ</sub> , %	1.64±0.09*	1.45±0.05*	1.61±0.08*
Запасы N <sub>общ</sub> , т/га	0.99	0.84	0.99

Пр и м е ч а н и е. \* среднее арифметическое и границы доверительного интервала для среднего значения ( $p = 0.05$ ).

нием локально выраженного горизонта E1п (см. рис. 4). Обилие конкреций (см. табл. 3) при отсутствии морфохроматических признаков оглеения профиля до глубины 110 см свидетельствует о прохождении данной почвой ранее этапов развития в условиях временного переувлажнения.

Следует отметить, что в рассматриваемом хронологическом ряду фитоценозов, формирующихся в биоклиматических условиях средней тайги на подзолистых суглинистых почвах после рубки ельников черничных, в отличие от почв, развитых на двучленных отложениях (Дымов, 2007), отсутствуют статистически достоверные различия в показателях мощности, плотности, содержания C<sub>орг</sub> и величины кислотности лесных подстилок между почвами целинного леса (ПП1) и «молодой» вырубке (ПП2) (табл. 4). Состав древостоя, в частности наличие в нем примеси березы, оказывает значимое воздействие на химические свойства почвы – содержание обменных оснований, величину pH и т. д. (Фролова, 1965; Brandtberg et al., 2000). Восстановление древесного яруса фитоценозов на рассмотренных нами вырубках, проходящее в биоклиматических условиях средней тайги через смену пород, сопровождается постепенным снижением гидроморфизма почв (за счет усиления транспирации растительностью) и поступлением богатого биофильными элементами листового опада мелколиственных древесных растений (Дымов и др., 2012a). Уменьшение в березняке разнотравном (ПП3) мощности лесной подстилки, снижение содержания в

ней органического углерода и кислотности не только по сравнению с лиственнично-хвойным молодняком (ПП2), но и с почвой коренного ельника (ПП1) обусловлены, по всей видимости, активизацией микробиологической деятельности и постепенным восстановлением по мере смыкания крон древесного яруса почвенного биотического комплекса (Marshall, 2000). В почве лиственнично-хвойного молодняка (ПП2) отмечено достоверное снижение содержания и запасов азота по сравнению с почвами целинного леса (ПП1) и разнотравного березняка, сформировавшегося спустя 36 лет после рубки (ПП3). Это может быть связано с ускорением процессов минерализации почвенного азота (Reynolds et al., 2000; Bock, Van Rees Ken, 2002) в условиях повышения температуры почвы на вырубках (Дымов, Лаптева, 2011) и/или выносом минеральных форм азота с почвенно-грунтовыми водами вследствие снижения на ранних этапах послерубочной сукцессии жизнедеятельности почвенных микроорганизмов (Виноградова и др., 2014).

В отличие от южной тайги (Целищева и др., 1991; Исаченко, Герасимова, 2007) на вырубках среднетаежных еловых лесов дерновый процесс в подзолистых почвах морфологически не проявляется. Гумусово-аккумулятивный горизонт, несмотря на качественно иной опад, поступающий на поверхность подзолистых почв во вторичных лиственнично-хвойных сообществах, формирующихся в ходе естественного лесовозобновления на вырубках (Дымов и др., 2012a), не обособляется.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В биоклиматических условиях подзоны средней тайги сплошнолесосечные рубки еловых лесов в первые годы после сведения древесной растительности приводят к временному переувлажнению автоморфных подзолистых текстурно-дифференцированных почв. Изменения их морфологических и физико-химических свойств, связанные с преобразованием экологических условий на вырубках, не сопровождаются переходом подзолистых почв в другой тип. В структуре почвенного покрова относительно дренированных участков водоразделов, подвергшихся сплошнолесосечным рубкам, сохраняются мелкоконтурные сочетания основных подтипов подзолистых почв, характерных для ненарушенных еловых лесов. Усиление гидроморфизма прослеживается в формировании сложных подтипов почв – подзолистых поверхностно-глееватых с микропрофилем подзола и возрастании на вырубках доли компонентов почвенного покрова с повышенным увлажнением.

Переувлажнение и оглеение почв, возрастание миграционной способности гумусовых веществ, активизация выноса и перераспределения (сегрегации) соединений железа максимально выражены в почвах на ранних стадиях послерубочной сукцессии (5–10 лет). В процессе восстановления древесного яруса, проходящего через стадию формирования смешанного березово-евого насаждения с участием травянистой растительности в напочвенном покрове, в почвах сохраняются остаточные явления былых стадий развития в условиях повышенного гидроморфизма, но дерновый горизонт не формируется. Наиболее существенные различия в свойствах органо-генных горизонтов подзолистых текстурно-дифференцированных почв, формирующихся в хронологическом ряду восстановления растительности на вырубках среднетаежных ельников, прослеживаются на более поздних стадиях сукцессии растительного покрова – на этапе формирования средневозрастных (30–40 лет) листовенно-еловых насаждений. Маркерами антропогенного преобразования подзолистых почв могут служить содержание, запасы общего азота в лесных подстилках, а также содержание и соотношение в составе

Fe-Mn-новообразований элювиальных горизонтов конкреций различного диаметра.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке Международного научного проекта INCO N 013388 (OMRISK), проекта РФФИ (13-04-00570а) и гранта Президента РФ МК-2905.2015.4.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Архипова М. В., Исаченкова Л. Б. Динамика почвенно-растительного покрова экосистем сосново-еловых лесов (на примере юго-западного Подмосковья) // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2013. № 6. С. 491–501.
- Атлас почв Республики Коми / Под ред. Г. В. Добровольского, А. И. Таскаева, И. В. Забоевой. Сыктывкар, 2010. 356 с.
- Бобровский М. В. Лесные почвы Европейской России: биотические и антропогенные факторы формирования. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2010. 359 с.
- Буренина Т. А., Шишикин А. С., Онучин А. А., Борисов А. Н. Снежный покров на вырубках разных лет в пихтово-кедровых лесах Енисейского кряжа // Лесоведение. 2013. № 6. С. 26–36.
- Верхоланцева Л. А. Почвы концентрированных вырубков сосняков лишайниковых и пути улучшения их лесорастительных свойств // Материалы по почвам Коми АССР и сопредельных территорий. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 12–20.
- Виноградова Ю. А., Лаптева Е. М., Перминова Е. М., Анисимов С. С., Новаковский А. Б. Микробные сообщества подзолистых почв на вырубках среднетаежных еловых лесов // Изв. Самарск. науч. центра РАН. 2014. Т. 16. № 5. С. 74–80.
- Втюрин Г. М. Структура почвенного покрова таежной зоны европейского Северо-Востока. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1991. 152 с.
- Втюрин Г. М. Состояние почвенного покрова Удорской тайги в связи с интенсивным лесопользованием // Трансформация экосистем Севера в зоне интенсивной заготовки древесины. Сыктывкар, 1997. С. 22–35.
- Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Республики Коми в 2013

- году» / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми, ГБУ РК «ТФИ РК». Сыктывкар, 2014. 199 с.
- Дегтева С. В.* Параметры экологического пространства и флористическое разнообразие лесных формаций европейского Северо-Востока России // *Экология*. 2005. № 3. С. 180–185.
- Дмитриев А. С.* Заболачивание и разболачивание концентрированных вырубок в борах черничниках в бассейне Сысолы (Коми АССР): автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Сыктывкар, 1950. 16 с.
- Добровольский Г. В., Никитин Е. Д.* Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. М.: Наука, 2000. 185 с.
- Дымов А. А.* Изменение почв в процессе естественного лесовосстановления (на примере подзолов средней тайги, сформированных на двучленных отложениях): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2007. 24 с.
- Дымов А. А., Бобкова К. С., Тужилкина В. В., Ракина Д. А.* Растительный опад в коренном ельнике и листовенно-хвойных насаждениях // *Изв. вузов. Лесн. журн.* 2012а. № 3. С. 7–18.
- Дымов А. А., Лаптева Е. М.* Изменение подзолистых почв на двучленных отложениях при рубках // *Лесоведение*. 2006. № 3. С. 42–49.
- Дымов А. А., Лаптева Е. М.* Влияние рубок главного пользования на изменение температурного режима среднетаежных подзолистых почв Республики Коми // *Экологические функции лесных почв в естественных и нарушенных ландшафтах: мат-лы IV Всерос. науч. конф. с междунар. участ. по лесному почвоведению*. Ч. 1. Апатиты, 2011. С. 77–81.
- Дымов А. А., Милановский Е. Ю.* Изменение органического вещества таежных почв в процессе естественного лесовозобновления растительности после рубок (средняя тайга Республики Коми) // *Почвоведение*. 2014. № 1. С. 39–47.
- Дымов А. А., Милановский Е. Ю., Лаптева Е. М.* Изменение почв и почвенного органического вещества в процессе естественного лесовозобновления после рубки сосняка бруснично-зеленомошного // *Лесн. вестн.* 2012б. № 2. С. 67–72.
- Зайдельман Ф. Р., Никифорова А. С.* Генезис и диагностическое значение новообразований почв лесной и лесостепной зон. М.: Из-во МГУ, 2001. 216 с.
- Исаченкова Л. Б., Герасимова М. И.* Пространственно-временная организация почвенного покрова антропогенно-измененных лесов юго-западного Подмосквья // *Пространственно-временная организация почвенного покрова, теоретические и прикладные аспекты: мат-лы Междунар. науч. конф.* СПб., 2007. С. 434–437.
- Итоги экономического исследования крестьянского населения Усть-Сысольского уезда Вологодской губернии / Под ред. Л. Рума. Т. 1. Результаты повторного исследования Верхне-Вычегодских волостей, произведенного в 1902 г. Пермь: Типография газеты «Пермский край», 1903. 399 с.
- Казимиров Н. И., Морозова Р. М., Куликова В. К.* Органическая масса и потоки веществ в березняках средней тайги. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1978. 216 с.
- Классификация и диагностика почв России / Сост.: Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
- Ларин В. Б.* Лесовосстановление в Гослесфонде Республики Коми в новых экономических условиях // *Проблемы комплексного использования и воспроизводства лесных ресурсов в Республике Коми*. Сыктывкар, 1993. С. 28–43.
- Леса Республики Коми / Под ред. Г. М. Козубова, А. И. Таскаева. М., 1999. 332 с.
- Лесное хозяйство и лесные ресурсы Республики Коми / Под ред. Г. М. Козубова, А. И. Таскаева. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2000. 512 с.
- Лесотаксационный справочник для северо-востока европейской части СССР: норм. мат-лы для Архангельской, Вологодской областей и Коми АССР / Сост. Г. С. Войнов, Е. Г. Тюрин, И. И. Гусев. Архангельск: Архангельск. ин-т леса и лесохимии, 1986. 356 с.
- Морозова Р. М.* Влияние концентрированных рубок еловых лесов на свойства почв // *Антропогенная трансформация таежных*

- экосистем Европы. Петрозаводск, 2004. С. 182–184.
- Онучин А. А., Буренина Т. А., Зирюкина Н. В., Фарбер С. К.* Лесогидрологические последствия рубок в условиях Средней Сибири // Сиб. лесн. журн. 2014. № 1. С. 110–118.
- ОСТ 56-69-83. Пробные площади. Лесостроительные методы закладки. М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1983. 60 с.
- Писаренко А. И.* Лесовосстановление. М., 1977. 243 с.
- Побединский А. В.* Рубки и возобновление в таежных лесах. М., 1973. 200 с.
- Подзолистые почвы центральной и восточной частей европейской территории СССР. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1981. 200 с.
- Путеводитель научной почвенной экскурсии. Подзолистые суглинистые почвы разновозрастных вырубков (подзона средней тайги). Сыктывкар, 2007. 84 с.
- Телеснина В. М., Шахин Д. А.* Влияние послевырубочных лесовосстановительных сукцессий на лесные почвы (на примере песчаных подзолов средней тайги Западной Сибири) // Вестн. МГУ. Сер. 17. Почвоведение. 1999. № 2. С. 37–45.
- Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Л. А. Воробьевой. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
- Фролова Л. Н.* Особенности почвообразования в еловых лесах в связи со сменой пород в условиях Коми АССР: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 1965. 18 с.
- Целищева Л. К., Строганова М. Н., Тоцева Г. П.* Диагностика процессов восстановления почв после вырубki леса // Деградация и восстановление лесных почв. М.: Наука, 1991. С. 125–131.
- Bock M. D., Van Rees Ken C. J.* Forest harvesting impacts on soil properties and vegetation communities in the Northwest territories // Can. J. For. Res. 2002. V. 32. N. 4. P. 713–724.
- Brandtberg P. O., Ludnkvist H., Bengtsson J.* Changes in forest-floor chemistry caused by a birch admixture in Norway spruce stands // For. Ecol. Manag. 2000. V. 130. N. 1–3. P. 253–264.
- Falsone G., Celi L., Caimi A., Simonov G., Bonifacio E.* The effect of clear cutting on podzolization and soil carbon dynamics in boreal forests (Middle Taiga zone, Russia) // Geoderma. 2012. V. 177–178. P. 27–38.
- Marshall V. G.* Impacts of forest harvesting on biological processes in northern forest soils // For. Ecol. Manag. 2000. V. 133. N. 1–2. P. 43–60.
- Reynolds P. E., Thevathasan N. V., Simpson J. A., Gordon A. M., Lautenschlager R. A., Bell W. F., Gresch D. A., Buckley D. A.* Alternative conifer release treatment affect microclimate and soil nitrogen mineralization // For. Ecol. Manag. 2000. V. 133. N. 1–2. P. 115–125.



## Soil and Soil Cover Changes in Spruce Forests after Final Logging

**E. M. Lapteva, G. M. Vtyurin, K. S. Bobkova, D. A. Kaverin,  
A. A. Dymov, G. A. Simonov**

*Institute of Biology, Komi Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Ural Branch  
Kommunisticheskaya str., 28, Syktyvkar, Komi Republic, 167982 Russian Federation*

E-mail: lapteva@ib.komisc.ru, soil@ib.komisc.ru, bobkova@ib.komisc.ru, dkav@mail.ru,  
aadyamov@gmail.com, simonov@ib.komisc.ru

Soil cover transformation and changes of morphological and chemical properties of Albeluvisols in clear-cuttings of middle taiga spruce forests were studied. The observed changes in structure and properties of podzolic texturally-differentiated soils at cuttings of spruce forests in the middle taiga subzone do not cause their transition to any other soil type. Soil cover of secondary deciduous-coniferous forests which replace cut forests are characterized with a varied soil contour and a combination of the main type of podzolic soils under undisturbed spruce forests. The increased surface hydromorphism in cut areas causes formation of complicated sub-types of podzolic texturally differentiated soils (podzolic surface-gley soils with microprofile of podzol) and enlarges their ratio (up to 35–38 %) in soil cover structure. Temporary soil over-wetting at the initial (5–10 years) stage of after-cutting self-restoring vegetation succession provides for soil gleyzation, improves yield and segregation of iron compounds, increases the migratory activity of humic substances. Low content and resources of total nitrogen in forest litters mark anthropogenic transformation processes of podzolic soils at this stage. Later (in 30–40 years after logging), soils in cut areas still retain signs of hydromorphism. Forest litters are denser, less acidic and thick with a low weight ratio of organic carbon as compared with Albeluvisols of undisturbed spruce forest. The upper mineral soil horizons under secondary deciduous-coniferous forests contain larger amounts of total iron, its mobile (oxalate-dissolvable) components, and Fe-Mn-concretions.

**Keywords:** *middle taiga, podzolic texturally-differentiated soils, soil cover, logging areas, anthropogenic soil transformation, Komi Republic.*

**How to cite:** *Lapteva E. M., Vtyurin G. M., Bobkova K. S., Kaverin D. A., Dymov A. A., Simonov G. A. Soil and soil cover changes in spruce forests after final logging // Sibirskij Lesnoj Zhurnal (Siberian Journal of Forest Science). 2015. N. 5: 64–76 (in Russian with English abstract).*