

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНО-ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК В СМЕШАННЫХ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ НА ЕСТЕСТВЕННОЕ ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЕ, ЖИВОЙ НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ И НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ВЕРХНИХ ГОРИЗОНТОВ ПОЧВЫ

А. С. Ильинцев^{1, 2}

доктор сельскохозяйственных наук, профессор С. В. Третьяков¹

доктор сельскохозяйственных наук, профессор Е. Н. Наквасина¹

кандидат сельскохозяйственных наук И. Б. Амосова¹

кандидат биологических наук А. А. Алейников³

кандидат сельскохозяйственных наук А. П. Богданов^{1, 2}

1 – ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», г. Архангельск, Российская Федерация

2 – ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова», г. Архангельск, Российская Федерация

3 – ФГБУН «Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук», г. Москва, Российская Федерация

Лесоводственно-экологические исследования проведены в смешанных сосново-еловых насаждениях, пройденных первым приемом длительно-постепенных рубок в 1993-1995 гг. на территории Обозерского лесничества Архангельской области. Изучаемые насаждения представлены смешанными перестойными сосняками VII класса возраста, III класса бонитета. Исследования проводили на временных пробных площадях с изучением общепринятыми методами ярусов биогеоценоза в пасаках и на волоках длительно-постепенных рубок, а также в нетронutom рубкой насаждении (контроль). Исследования показывают, что через 25 лет после рубки в пасаках и на волоках в основном преобладает жизнеспособный подрост. При этом наблюдается увеличение доли нежизнеспособного подростка в пасаках (27 %) и на волоках (36 %) по сравнению с естественными насаждениями (21 %). Наибольшее количество всех категорий подростка учтено на волоках, в основном за счет поселения ели и березы, сосна практически не возобновляется. Расчеты индекса фитоценологической значимости и коэффициента флористического сходства (индекс Жаккара) живого напочвенного покрова показали близкий видовой состав между нетронутым насаждением и волоками и пасаками длительно-постепенных рубок, что указывает на сходство экологических и лесорастительных условий. Построенные спектры биоморф также указывают на близкие экологические условия, хотя на волоках отмечается высокая доля трав дерновинной жизненной формы (21,7 %), что указывает на определенную степень задернения. При этом в пасаках и на волоках наблюдаются различия с контролем в физических и химических свойствах верхних горизонтов почвы. Результаты изучения динамики естественного возобновления, живого напочвенного покрова и верхних горизонтов почв позволяют дать рекомендации по проведению длительно-постепенных рубок для сохранения лесоводственного и экологического потенциала насаждений. Проведение второго приема длительно-постепенной рубки (сплошной финальной рубки) без дополнительных мер содействия возобновлению сосны приведет к смене породного состава с сосново-елового на елово-березовый, что нецелесообразно с хозяйственной и лесоводственной точек зрения.

Ключевые слова: бореальные леса, длительно-постепенные рубки, естественное лесовозобновление, живой напочвенный покров, нарушения почвенного покрова, физико-химические свойства

THE EFFECT OF LONG-TERM, GRADUAL FELLING IN MIXED PINE STANDS FOR NATURAL REGENERATION, LIVING GROUND COVER AND SOME PROPERTIES OF THE UPPER SOIL

HORIZONS

A.S. Ilyintsev^{1,2}

DSc (Agriculture), Professor S.V. Tretyakov¹

DSc (Agriculture), Professor E.N. Nakvasina¹

PhD (Agriculture) I.B. Amosova¹

PhD (Biology) A.A. Aleynikov³

PhD (Agriculture) A.P. Bogdanov^{1,2}

1 – FBI "NORTHERN RESEARCH INSTITUTE OF FORESTRY", Arkhangelsk, Russian Federation

2 – FSAEI HE "Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov", Arkhangelsk, Russian Federation

3 – FBSIS "The Centre on the Problems of Ecology and Productivity of Forests of the Russian Academy of Sciences", Moscow, Russian Federation

Abstract

Silvicultural and ecological studies were conducted in mixed pine-spruce stands, with the first receiving long-gradual felling in 1993-1995 on the territory of Obozerskoe forestry, Arkhangelsk region. The studied stands are presented by mixed old growth pine forests of VII age class, III bonitet class. The studies was carried out on temporary plots, with the study by standard methods of layer deposition in the apiaries and in skidding track of long-term, gradual felling and planting untouched by felling (control studies). Studies show that 25 years after logging in apiaries and in skidding track are mainly dominated by viable undergrowth. There is an increase in the proportion of viable undergrowth in the apiaries (27 %) and skidding track (36 %) compared to natural vegetation (21 %). The largest number of all categories of undergrowth is taken into account on skidding tracks, mainly due to the settlement of spruce and birch, pine are almost not renewed. Calculations of the index of phytocenotic significance and the coefficient of floristic similarity (the Jaccard index) of living ground cover showed close species composition between pristine planting and skidding track and apiaries of long-term, gradual felling that indicates the similarity of environmental and forest conditions. Built biomorf spectra also indicate similar environmental conditions. Although skidding tracks have high proportion of herbs of caespitose life form (21.7 %), this indicates a certain degree of turfing. In the apiaries and in skidding tracks there are differences with the control in physical and chemical properties of upper soil horizons. The results of studying the dynamics of natural regeneration, living ground cover and upper soil horizons allow us to give recommendations for the long-term, gradual felling to preserve silvicultural and ecological potential of plantations. The second long-term, gradual felling (solid final felling) without additional measures to promote the resumption of the pine will result in change of species composition from pine-spruce in fir-birch, which is not desirable from economic and forestry points of view.

Keywords: boreal forests, long-term, gradual felling, natural regeneration, living ground cover, soil degradation, physical and chemical properties

Введение

Выбор вида рубок с целью заготовки древесины определяется, с одной стороны, лесоводственными требованиями по успешности лесовосстановления и, с другой, экономическими соображениями, которые диктует современный рынок [2]. При возобновлении леса, в связи с рубками, большое значение имеет вопрос, какую древесную по-

роду (или какие породы) должны выращивать на вырубленных площадях. При этом нужно учитывать условия произрастания, соответствующие различным породам, и экономическую значимость (спрос на рынке) различных сортиментов. На Европейском Севере наибольшее хозяйственное значение имеют хвойные породы: сосна и ель, в меньшей степени лиственница.

Основное назначение длительно-постепенных рубок: своевременная выборка перестойной и спелой части древостоя; ускорение процессов восстановления запасов и лесовосстановления путем оставления на доращивание более молодой части елового древостоя и подроста, наиболее распространенного под пологом смешанных насаждений с участием сосны, лиственницы, ели и березы; повышение общей продуктивности насаждения, снижение оборота рубки. Последний прием длительно-постепенных рубок представляет собой сплошную рубку. На практике часто эти рубки переходят в категорию выборочных в связи с отсутствием последнего приема по экономическим соображениям.

Различные виды рубок при заготовке древесины, осуществляемые на современном техническом уровне, оказывают значительное воздействие на лесные экосистемы [18]. Последствия нарушений лесного, напочвенного и почвенного покровов имеют не только единовременный, но и долговременный характер, который проявляется на протяжении нескольких десятилетий после проведения рубок [21], а в некоторых случаях имеют место и необратимые повреждения [19]. Известно, что последствия сплошных рубок значительно слабее сплошных.

В современных условиях значительное влияние на характер растительных фитоценозов играет воздействие техники на почву и напочвенный покров, которые изменяют эдафические и гидрологические свойства почвогрунтов [16]. Определяющее влияние на растительность вырубков оказывает технология и сезон заготовки древесины [15]. Способ рубки леса оказывает большое влияние на дальнейшую динамику живого напочвенного покрова. При сплошных рубках в достаточной мере сохраняется лесная среда [5], поэтому нижние ярусы растительности не претерпевают значительных изменений по сравнению со сплошными рубками [23].

Наиболее подвержены воздействию и изменению в процессе лесозаготовительной деятельности лесные почвы, которые чувствительны к неправильному лесопользованию и, в частности, к мас-

штабным лесозаготовкам [18]. Свойства почвы во многом зависят от лесоводственных методов и лесозаготовительных работ, которые могут привести к уплотнению почвы и, как следствие, ограничить рост деревьев и естественное возобновление [20].

По мере сокращения лесных ресурсов и общего повышения интенсивности лесного хозяйства неизбежно возрастает необходимость исследования лесов Европейского Севера, затронутых хозяйственной деятельностью человека. Для условий северо-таежного района недостаточно сведений о современном состоянии лесных участков, пройденных в разное время выборочными рубками. Исследования в данном направлении на территории Архангельской области имеют эпизодический характер.

Цель исследования – выявить особенности структурно-функциональной организации биогеоценозов смешанных елово-лиственных насаждений на технологических элементах через 25 лет после первого приема длительно-постепенных рубок.

Задачи исследования:

- 1) получить таксационную характеристику древостоя;
- 2) оценить естественное возобновление;
- 3) проследить изменения видового состава напочвенного покрова;
- 4) определить признаки деформации верхних горизонтов почв.

Материалы и методы

Лесоводственно-экологические исследования проведены в 2016 г. в смешанных сосново-еловых насаждениях, пройденных первым приемом длительно-постепенных рубок в 1993-1995 гг. Работы выполнены на территории Емцовского учебно-опытного лесхоза САФУ, расположенного в средней части Архангельской области, в Обозерском лесничестве, которое относится к Северо-таежному району европейской части РФ [10].

Опытные длительно-постепенные рубки были проведены в зимний период, когда промерзли почвы и установился устойчивый снежный покров. Нетронутое рубкой насаждение (контроль) примыкает с западной стороны к длительно-постепенной рубке 1993 г. Лесосеки разрабатывались по среднепосечной технологии, ширина волоков не превы-

шала 5 м, а ширина пасек – 30 м. В пасаках выбирали крупные деревья сосны, ели и березы с отпускового диаметра, лиственницу рубили только на волоках. Интенсивность длительно-постепенной рубки 1993 г. по запасу составляет 40 %, а длительно-постепенной рубки 1995 г. – 50 %. Валку деревьев производили вершиной на волок под углом 60° с использованием бензомоторных пил. После этого производили обрезку сучьев, верхушек деревьев. Очистку лесосек осуществляли укладыванием порубочных остатков на волоки. Трелевку хлыстов осуществляли за вершину с помощью гусеничного трактора ТДТ-55А.

Пробные площади закладывали по общепринятой методике, в соответствии с требованиями ОСТ 56-69-83 [9], на них проводили сплошной пересчет деревьев. В естественном насаждении обследовано 0,5 га, после длительно-постепенной рубки 1993 г. – 1 га и после длительно-постепенной рубки 1995 г. – 0,4 га. Таксационную характеристику насаждений на пробных площадях определяли принятыми в лесной таксации методами [1].

Изучение лесовозобновительного процесса проводили в соответствии с методическими указаниями [11] и правилами лесовосстановления [12] на трансектах с учетными площадками размером 5×5 м. Всего было заложено в естественном нетронутым рубкой насаждении – 30 шт., в пасаках и волоках – 120 шт. К подросту относили все растения с $D_{1,3} < 6$ см, который при учете классифицировался по древесным породам, категориям жизнеспособности (жизнеспособный, нежизнеспособный, сухой) и крупности (мелкий, средний, крупный). По материалам учета определяли количество подроста на 1 га, состав по породам и приуроченность к микросайтам. К микросайтам относятся элементы ветровально-почвенного (ВПК) (валежины, ямы, бугры) и ветровального (ВК) (пни, валежины) комплексов. В качестве отдельных микросайтов выделены выровненные участки, на которых нет элементов ВПК или ВК, приствольные повышения живых и мертвых деревьев.

Для оценки живого напочвенного покрова делали геоботанические описания, которые проводили на учетных площадках (в пасаках площадь 10×10 м; на волоках 5×5 м). В естественном нетро-

нутым рубкой насаждении описание сделано на 5 площадках, в пасаках и волоках после рубок – на 20 шт. При описании напочвенного покрова использовали современные методические подходы к экологической оценке лесного покрова [6]. На каждой учетной площадке определяли общее проективное покрытие травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов, проективное покрытие каждого вида. Рассчитали индекс фитоценотической значимости, коэффициент флористического сходства (индекс Жаккара) и построили спектры биоморф по двум системам классификации.

Для оценки физических и агрохимических свойств верхних горизонтов почвы на технологических элементах лесосек и в контроле отбирали образцы лесной подстилки и подзолистого горизонта в соответствии с рекомендациями [8]. В естественном нетронутым рубкой насаждении – 40 образцов, в пасаках и волоках после рубок – 160 шт. Физико-химические свойства были определены в результате лабораторных анализов общепринятыми методами [7]. Статистическая обработка материалов осуществлялась стандартными методами с использованием программы Statistica 12 (StatSoft Russia) [2].

Результаты исследований

Таксационная характеристика объектов исследования представлена в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, пройденные первым приемом длительно-постепенной рубки насаждения представлены смешанными перестойными сосняками VII класса возраста, III класса бонитета. В нетронутых рубкой насаждениях сумма площадей сечений и запас превышают значения чистых нормальных сосновых древостоев. Относительная полнота, вычисленная по таблицам хода роста нормальных сосново-еловых древостоев, соответствует 1,3. Проведение постепенных рубок в таких насаждениях наиболее целесообразно, так как, выбирая перестойную часть насаждения в размере 40-50 %, количество деревьев снижают на 20-32 %. После проведения первого приема рубки улучшаются условия роста деревьев за счет увеличения площади питания древесных растений и поступления дополнительного количества тепла и света. Постоянные наблюдения в течение двадца-

тилетнего периода на стационарных площадях показывают, что после длительно-постепенных рубок не снижается устойчивость смешанного древостоя, отпад не превышает фоновых значений в естественных насаждениях [4].

Естественное лесовозобновление на технологических элементах лесосек

Под пологом естественного насаждения подрост представлен елью обыкновенной (*Picea abies* L.), сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и березой повислой (*Betula pendula* Roth.). В материнском пологе присутствует в составе лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.), но подрост отсутствует (табл. 2).

Плотность подроста крайне низкая (1013 ± 102 шт./га) и значительно варьируется под пологом древостоя ($C=39$ %). Значительную часть подроста составляет ель (94 %), в меньшей степени сосна (3 %) и береза (3 %). Высокая полнота материнского полога (1,3) и мощная лесная подстилка ($4,91 \pm 0,21$ см) препятствуют успешному возобнов-

лению хвойных и лиственных пород. Другой причиной является переход ели и березы из стадии крупного подроста в древостой. После проведения длительно-постепенных рубок образуются различные технологические элементы (пасеки и волоки), на которых естественное возобновление необходимо рассматривать отдельно. В пасеках в 3 раза увеличивается плотность подроста (3747 ± 598 шт./га) по сравнению с естественным насаждением, что связано с улучшением микроклиматических условий за счет удаления отдельных деревьев, полнота материнского полога спустя два десятилетия составляет 0,83-0,96. В составе подроста доля березы увеличивается до 30 %. На волоках плотность подроста увеличивается в 12 раз по сравнению с естественным насаждением. Значительное увеличение плотности подроста происходит за счет березы, доля которой в составе подроста составляет 79 %.

Распределение подроста по жизненному состоянию приведено на рис. 1.

Таблица 1

Таксационная характеристика объектов исследования

Показатели	Насаждение, нетруновое рубками (контроль)	Насаждение, пройденное длительно-постепенной рубкой 1993 г.	Насаждение, пройденное длительно-постепенной рубкой 1995 г.
Тип леса	Сосняк черничный	Сосняк черничный	Сосняк черничный
Состав древостоя, ед.	6С3Е1Б + Лц	7С3Е+Б ед. Лц	5С3Е2Лц+Б
Средний возраст древостоя, лет	150	150	160
Средняя высота, м / средний диаметр, см	24/31	24/28	23/26
Сумма площадей сечений, м ² /га	49,3	36,1	32,5
Относительная полнота	1,30	0,96	0,82
Количество деревьев, шт./га	1214	962	831
Запас древостоя, м ³ /га	539	407	320
Наименование почвы	Мелкоподзолистая легкосуглинистая иллювиально-железистая, контактно-глееватая на карбонатном выветрелом тяжелом суглинке, перекрытом покровной супесью	Поверхностно-подзолистая легкосуглинистая иллювиально-железистая, контактно-глееватая на карбонатном выветрелом тяжелом суглинке, перекрытом покровной супесью	Мелкоподзолистая супесчаная иллювиально-железистая, контактно-глееватая на карбонатном выветрелом тяжелом суглинке, перекрытом покровной супесью

Характеристика подроста на опытных участках

Объект	Породный состав, %	Плотность, шт./ га	В том числе по породам, шт./га			
			Е	С	Б	Лц
Насаждение, нетронутое рубкой (контроль)	94Е3С3Б	1013±102*	960±94	27±6	26±7	-
Пасаеки длительно-постепенных рубок 1993-1995 гг.	61Е30Б8С1Лц	3747±598	2286±170	300±30	1124±178	37±5
Волоки длительно-постепенных рубок 1993-1995 гг.	79Б17Е3С1Лц	12160±1310	2067±222	364±150	9606±900	123±13

*приводится среднее значение и (после знака ±) средняя ошибка.

Под пологом насаждения, нетронутого рубкой, и в пасаеках и на волоках длительно-постепенных рубок в основном преобладает жизнеспособный подрост. Однако в пасаеках наблюдается увеличение доли нежизнеспособного подроста по сравнению с естественным насаждением (27 %). Наибольшее количество нежизнеспособного подроста отмечено на волоках длительно-постепенных рубок (36 %), что связано с большой численностью

подроста и возрастанием межвидовой конкуренции за площадь питания на этих элементах лесосек. Анализ пространственного размещения подроста в естественном насаждении показал приуроченность к микросайтам: 63 % особей произрастает на валежинах различных стадий разложения (рис. 2), низкая плотность отмечена на ровной поверхности (16 %), приствольных повышениях живых деревьев (11 %) и крайне низкая на буграх (5 %) и в ямах (5 %).

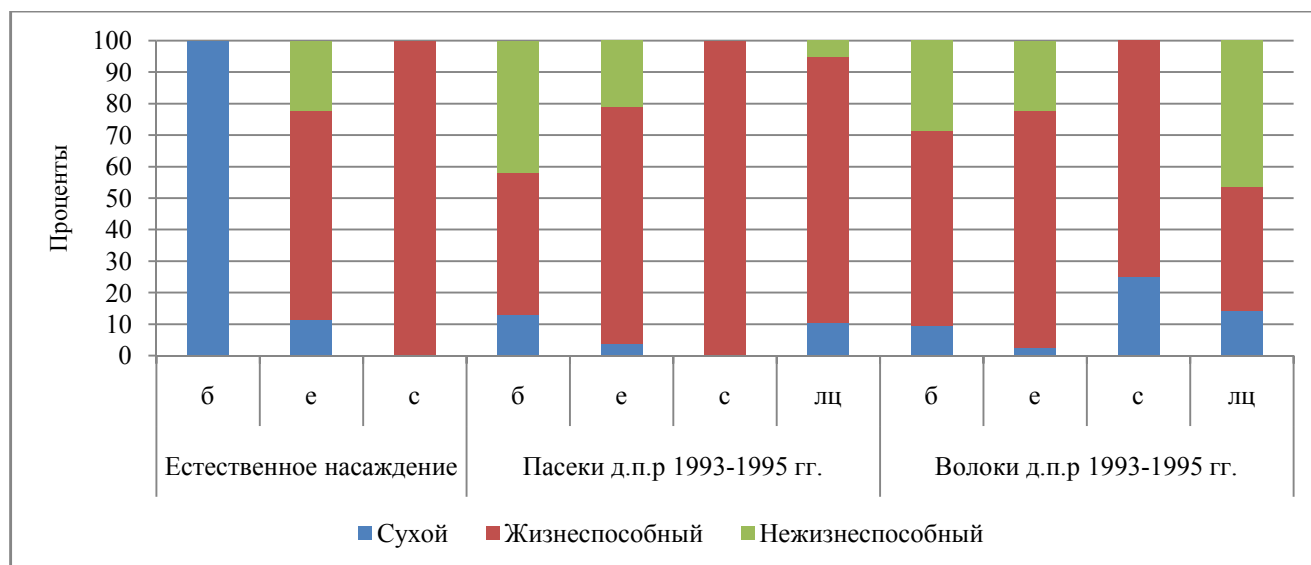


Рис. 1. Распределение подроста березы (б), ели (е), сосны (с) и лиственницы (лц) по категориям жизненного состояния

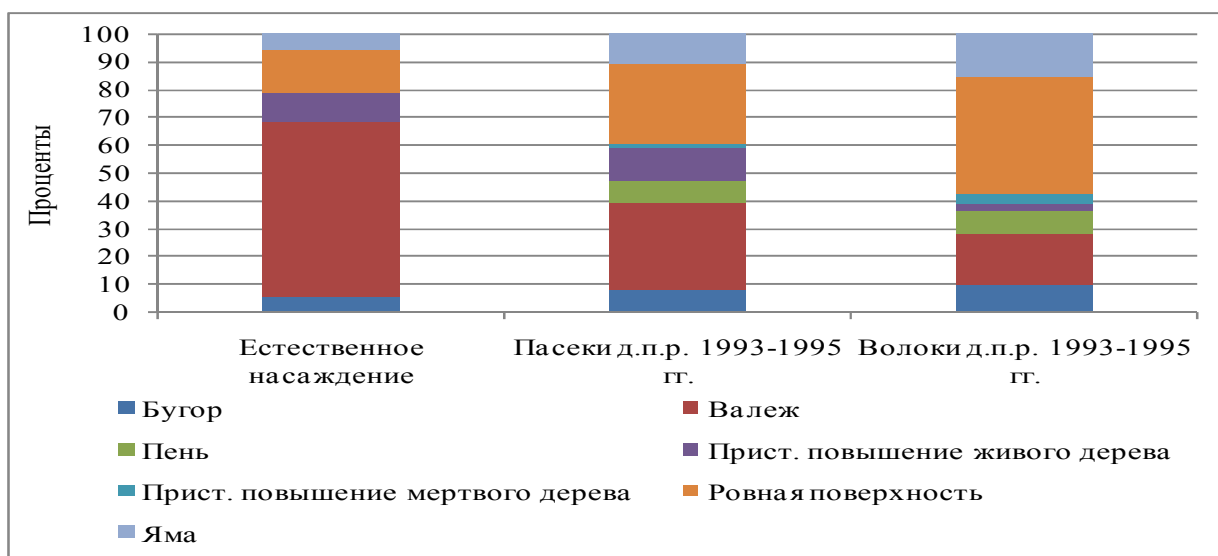


Рис. 2. Приуроченность подроста в естественном насаждении и после длительно-постепенных рубок

В пасаках длительно-постепенных рубок приуроченность подроста смещается в сторону ровной поверхности (29 %) и особенно проявляется на волоках (42 %). На валежинах количество подроста по сравнению с нетронутым рубкой насаждением сокращается: в пасаках до 32 %, а на волоках до 18 %. Таким образом, после рубок в смешанных сосново-еловых насаждениях процесс смены сосны елью становится более интенсивным. Последующее возобновление идет в основном за счет ели и березы, а сосна и лиственница практически не возобновляются. Для предотвращения смены породного состава после второго приема длительно-постепенной рубки (финальной рубки) с сосново-елового насаждения на елово-

березовый, что нецелесообразно с хозяйственной и лесоводственной точек зрения, необходимо при проведении первого приема длительно-постепенной рубки предусматривать дополнительные меры содействия возобновлению сосны.

Изменение живого напочвенного покрова. При изучении влияния длительно-постепенных рубок на состояние живого напочвенного покрова, его динамику и развитие выделено от 5 до 3 ведущих семейств в каждом варианте на экспериментальных объектах (табл. 3). Распределение таксонов по крупным систематическим группам в целом характерно для основных таежных лесных фитоценозов Архангельской области [17].

Таблица 3

Число таксонов травяно-кустарничкового яруса в вариантах исследования (в абсолютных значениях)

Экспериментальный объект	Число		
	семейств	родов	видов
Насаждение, нетронутое рубкой (контроль)	20	26	28
	Poaceae (3), Orchidaceae (3), Pyrolaceae (2), Ericaceae (2), Scrophulariaceae (2)*		
Пасеки длительно-постепенных рубок 1993-1995 гг.	14	18	22
	Asteraceae (3), Orchidaceae (3), Poaceae (2), Ericaceae (2), Scrophulariaceae (2), Rosaceae (2)		
Волоки длительно-постепенных рубок 1993-1995 гг.	15	21	23
	Poaceae (5), Asteraceae (3), Scrophulariaceae (2), Ericaceae (2)		

Примечание: * – приведены ведущие семейства и число видов (в скобках).

Число родов и видов в естественном сообществе в сравнении с пасаками и волоками длительно-постепенных рубок имеют очень близкие значения, но по абсолютной численности незначительно выше в естественном сообществе. В нетронутом лесном фитоценозе к одному из ведущих семейств относится *Orchidaceae*, виды которых не отмечены на волоках. Большинство видов этого семейства, произрастающих в Архангельской области, весьма чувствительны к изменению экологических условий, особенно увлажнения. В пасаках и на волоках длительно-постепенных рубок 1993-1995 гг. к ведущему семейству относится *Asteraceae*, представители которого преимущественно произрастают на лугах, опушках и разреженных древостоях.

Расчет индекса фитоценотической значимости определил виды, относящиеся к наиболее высокому 4-му классу. Во всех вариантах к 4-му классу относятся черника (*Vaccinium myrtillus* L.) и брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), что подтверждает одинаковый тип лесорастительных условий. Также к 4-му классу относятся лерхенфельдия извилистая (*Avenella flexuosa* L.), майник двулистный (*Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt) и линнея северная (*Linnaea borealis* L.). Проанализировав видовой состав растений в вариантах исследования, отметили виды, встречающиеся в ненарушенном местообитании и в пасаках длительно-постепенных рубок 1993-1995 гг.: княжик сибирский (*Atragene sibirica* L.), рамишия однобокая (*Orthilia secunda* L.), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.), горошек лесной (*Vicia sylvatica* L.), тайник сердцелистный (*Listera cordata* (L.) R. Br.), гудайера ползучая (*Goodyera repen* (L.) R. Br.). Данные виды очень требовательны к экологическим условиям, в первую очередь к степени освещенности, влажности воздуха и субстрата.

На волоках после первого приема длительно-постепенных рубок 1993-1995 гг. произрастают виды, не отмеченные в нетронутом рубкой насаждении и в пасаках: чина луговая (*Lathyrus pratensis*

L.), щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv.), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* L.), иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* L.). Эти виды относятся к группе луговых и сорных, появляющихся в лесных насаждениях, подверженных нарушениям, или в «окнах» древостоя.

Расчет коэффициента флористического сходства (индекс Жаккара) показал близкий видовой состав между нетронутым насаждением и волоками и пасаками длительно-постепенных рубок (54 и 60 %), что указывает на сходство экологических и лесорастительных условий.

Построенные спектры биоморф травяно-кустарничкового яруса в изучаемых вариантах подтверждают зональную и фитоценотическую специфику, с преобладанием криптофитов и высокой доли хамефитов (по К. Раункиеру). Преобладание во всех вариантах исследования длиннокорневищной и короткокорневищной биоморф (по Н.А. Секретаревой [13]) также характерно для бореальных лесных фитоценозов (табл. 4). Спустя два десятилетия после длительно-постепенных рубок спектры биоморф нетронутого насаждения, в пасаках и на волоках очень близки между собой, в особенности между естественным насаждением и пасекой, что косвенно указывает на близкие экологические условия. Однако на волоках выделяется высокая доля дерновинной жизненной формы (21,7 %), что указывает на определенную степень задернения.

Физические и химические свойства лесной подстилки (O) и подзолистого горизонта (El)

Анализируемые физические свойства (плотность сложения, общая пористость, пористость аэрации) представлены в табл. 5 и являются наиболее наглядными для оценки воздействия лесозаготовительной техники на лесные почвы [18].

Из данных табл. 5 видно, что спустя 25 лет после проведения длительно-постепенных рубок наблюдается различие в физических свойствах лесной подстилки и подзолистого горизонта почвы.

Спектры биоморф травяно-кустарничкового яруса по двум системам классификации* (в процентах)

Экспериментальный объект	Спектры биоморф	
	по К. Раункиеру	по Секретаревой, 2004 г.
Насаждение, нетронутое рубками (контроль)	3,5Ph14,3Nh10,7Ch64,4K7,1Th	3,6Клн7,1КС3,6КСпр10,7Т-КС28,6Тдк14,3Тк10,7Трд3,6Ткот-ст3,6Тстл3,6Тнпл3,6Ткл7,1Од
Пасеки длительно-постепенных рубок 1993-1995 гг.	22,7Nh13,6Ch54,6K9,1Th	9,1КС4,5КСпр9,1Т-КС18,2Тдк18,2Тк9,1Трд4,5Тстл4,5Тнпл4,5Ткот4,5Ткот-ст4,5Ткл9,1Од
Волоки длительно-постепенных рубок 1993-1995 гг.	26,1Nh13,0Ch52,2K8,7Th	8,7КС4,3КСпр8,7Т-КС17,4Тдк17,4Тк17,4Трд4,3Тпд4,3Ткот4,3Тстл4,3Тнпл8,7Од

Примечание: *Жизненные формы: по К. Раункиеру – Ph-фанерофиты, Nh-хамефиты, Ch-гемикриптофиты, K-криптофиты, Th-терофиты; по Н.А. Секретаревой – Клн-кустарники-лианы, КС-кустарнички, КСпр-простратные кустарнички, Т-КС-полукустарнички; Т-травы – Тдк-длиннокорневищные, Тк-короткорневищные, Трд-рыхлодерновинные, Тпд-плотнокорневищные, Ткот-корнеотпрысковые, Ткот-ст-корнеотпрысковые-стержнекорневые, Тстл-столонообразующие, Ткис-кистекокорневые, Тнпл-наземноползучие, Од-однолетники.

Таблица 5

Физические показатели лесной подстилки (О) и подзолистого горизонта (Е1) на опытных объектах.

Экспериментальный объект	Горизонт	Мощность, см	Плотность сло-жения, г/см ³	Общая порис-тость, %	Пористость аэрации, %
Смешанные сосново-еловые насаждения ¹	О	5,24±0,28 ²	-	-	-
	Е1	6,44±0,40	-	-	-
Насаждение, нетронутое рубкой (контроль)	О	4,91±0,21	0,071±0,003	95,05±0,24	77,80±1,67
	Е1	4,85±0,31³	1,240±0,030	49,23±1,22	13,74±1,60
Пасеки длительно-постепенных рубок 1993-1995 гг.	О	4,98±0,17	0,080±0,003	94,03±0,25	77,50±1,01
	Е1	6,05±0,34	1,161±0,021	54,16±0,87	19,97±1,14
Волоки длительно-постепенных рубок 1993-1995 гг.	О	4,17±0,16	0,118±0,010	92,29±0,62	64,13±1,57
	Е1	5,85±0,34	1,176±0,021	52,99±0,86	15,72±0,99

Примечание: ¹ – по данным Г.А. Склярова и А.С. Шаровой [14] для подзолистого типа почв северо-таежного района; ² – $M \pm m$ – среднее значение \pm основная ошибка; ³ – жирным шрифтом выделены значения, которые существенно отличаются на 5 % уровне значимости.

Несмотря на снеговой покров и оставление порубочных остатков во время рубки на волоках, здесь снижена мощность подстильно-торфяного горизонта и увеличена его плотность сложения. В пасеках мощность лесной подстилки при выборке части деревьев восстанавливается до типичной для естественных насаждений, тогда как повышенный показатель плотности сложения сохраняется.

При этом наблюдается снижение общей пористости лесной подстилки, как в пасеках, так и на волоках, хотя в подзолистом горизонте наблюдает-

ся обратная тенденция, отражающая увеличение общей пористости. Такое отличие объясняется меньшей плотностью сложения подзолистого горизонта. Это связано с изменением биоморф живого напочвенного покрова и появлением большого количества естественного возобновления березы, которые способствуют разрыхлению горизонта корнями. На волоках происходит снижение общей пористости лесной подстилки ($t_{0,05} = 2,27$), которое связано, прежде всего, с существенным увеличением плотности сложения данного горизонта.

Для изучения химических характеристик был исследован элювиальный горизонт (E1), первый минеральный горизонт в лесных почвах. Были оценены следующие показатели: содержание подвижных форм фосфора (P_2O_5), калия (K_2O), общего азота и органического вещества почвы (ОВП), сумма поглощенных оснований, обменная кислотность (рН), гидролитическая кислотность. Анализируемые химические свойства подзолистого горизонта представлены в табл. 6. В подзолистом горизонте через два десятилетия после проведения длительно-постепенных рубок наблюдается усиленная миграция подвижных форм фосфора при сохранении содержания подвижного калия и реакции среды (обменная кислотность), по сравнению с данными Г.А. Склярова и А.С. Шаровой [14] для смешанных сосново-еловых древостоев. Увеличение концентрации ионов водорода отражается в повышении гидролитической кислотности.

В то же время в элювиальном горизонте на волоках и пасеках происходит значительное увеличение содержания органического вещества и общего азота, что связано с изменением освещенности, состава и проективного покрытия живого напочвенного покрова и энергичным разложением органического горизонта и древесных остатков. Отношение C/N в почвах на волоках повышается, достигая 30,7 против 28-29 в естественных насаждениях, что в целом говорит о снижении обогащенности гумусовых веществ азотом в этих условиях.

Изменение условий почвообразования, связанное с освещением и изменением растительности, в свою очередь, ведет к увеличению суммы поглощенных оснований и степени насыщенности почвы основаниями в элювиальном горизонте, что особенно заметно проявляется на волоках. Спустя 25 лет в элювиальном горизонте подзолистой почвы на волоках сумма обменных оснований в 3 раза превышает фоновые значения в естественных насаждениях, а степень насыщенности основаниями – в 2 раза, достигая не характерных в природных почвах значений (1,42 ммоль на 100 г почвы и 12 % соответственно). Зарубежные исследователи отмечают, что лесозаготовки могут приводить к нарушению верхних горизонтов почвы с последующим увеличением минерализации и выщелачивания не-

которых питательных веществ (фосфор, калий и др.), которое обычно продолжается 2-5 лет. Позднее происходят изменения в питательном режиме почв, так как этот процесс является обратимым [22] и связан с изменением растительности на вырубках.

Заключение

После первого приема длительно-постепенных рубок, проведенных в зимний период, естественное возобновление в основном происходит елью (17-61 %) и березой (30-39 %), а сосна и лиственница практически не возобновляются. Во время проведения первого приема длительно-постепенной рубки необходимо предусматривать дополнительные меры содействия естественному возобновлению сосны в виде минерализации почвы. Таким образом, за двадцатилетний период к финальному приему рубки накопится достаточное количество подроста главной породы, что позволит предотвратить смену породного состава. Второй прием рекомендуется проводить в виде сплошных узколесосечных рубок. При ширине лесосек 100 метров источниками семян служат стены леса. Однако при обильном возобновлении лиственных пород для того, чтобы не допустить заглушения хвойных пород, рекомендуется вести уход с ранних стадий формирования молодняков.

Первый прием длительно-постепенных рубок в незначительной мере повлиял на преобразование и формирование живого напочвенного покрова по сравнению с естественным насаждением, но на волоках выделяется высокая доля дерновинной жизненной формы (21,7 %), что указывает на определенную степень задернения. Также рубки способствовали поселению в пасеках и волоках нового ведущего семейства *Asteraceae*, которое не характерно для лесных насаждений региона, представители которого преимущественно произрастают на лугах, опушках и в разреженных древостоях. При зимней заготовке леса через 25 лет после длительно-постепенной рубки интенсивностью 40-50 % по запасу сохраняются изменения в физико-химических свойствах верхних горизонтов почвы.

Химические показатели подзолистого горизонта (E1) на опытных объектах

Экспериментальный объект	Содержание, мг/ 100 г		Сумма поглощённых оснований, ммоль/100 г	Содержание ОВП, %	pH _{KCl} ед. рН	Гидролитическая кислотность, ммоль/100г	Содержание общего азота, %	C/N
	Фосфора	Калия						
Смешанные сосново-еловые насаждения ¹	-	-	0,76±0,06	1,49±0,07	3,6±0,05	6,69±0,35	0,051±0,005	29,21
Насаждение, нетронутое рубкой	15,06±0,21 ²	2,76±0,11	0,54±0,07	1,61±0,01	3,0	8,80±0,09*	0,057±0,001	28,05
Пасеки длительно-постепенных рубок 1993-1995 гг.	15,53±2,19	2,97±0,12	0,91±0,05	2,11±0,04	3,0	10,60±0,94	0,072±0,003	29,31
Волока длительно-постепенных рубок 1993-1995 гг.	9,33±0,51³	2,97±0,12	1,42±0,12	2,30±0,02	3,1	10,44±0,13	0,075±0,001	30,67

Примечание: ¹ по данным Г.А. Склярова и А.С. Шаровой [14] для подзолистого типа почв северотаежного района; ² M±m – среднее значение ± основная ошибка; ³ жирным шрифтом выделены значения, которые существенно отличаются на 5 % уровне значимости.

В пасаках и на волоках наблюдается снижение мощности лесной подстилки, общей пористости, пористости аэрации по сравнению с естественным насаждением, которые связаны с увеличением плотности сложения этого горизонта. В подзолистом горизонте через 25 лет после рубок наблюдается более активная миграция подвижных форм фосфора при сохранении содержания подвижного калия и реакции среды, увеличение содержания органического вещества и общего азота, что связано с изменением микроклимата, живого напочвенного покрова, активной минерализацией лесной подстилки и гумификацией корневых остатков срубленного древостоя, однако снижается обогащенность гумусовых веществ азотом.

В условиях северотаежного района Архангельской области процесс восстановления почвенно-растительного покрова после первого приема длительно-постепенной рубки растянут, и спустя 25 лет сохраняются различия в волоках и пасаках, вызванные изменениями, связанными с нарушением древесного полога насаждения. Полученные результаты дают возможность наметить лесоводственно-экологические меры при проведении рубок подобного типа для сохранения хозяйственно-ценных пород и целостности биогеоценоза.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-34-50130) и РФФИ совместно с Архангельской областью (проект № 17-44-290127).

Библиографический список

1. Анучин, Н. П. Лесная таксация: учебник для вузов [Текст] / Н. П. Анучин, – М.: Лесная промышленность, 1982. – 552 с.
2. Гусев, И. И. Моделирование интенсивности рубки в ельниках выборочного хозяйства [Текст] / И. И. Гусев, С. В. Коптев, С. В. Третьяков // Лесная таксация и лесоустройство: межвузовский сборник научных трудов. – 1997. – С. 86-89.
3. Гусев, И. И. Моделирование экосистем: учебное пособие [Текст] / И. И. Гусев – Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2002. – 112 с.
4. Ильинцев, А. С., Динамика смешанных сосново-еловых древостоев после проведения первого приема длительно-постепенной рубки в Архангельской области [Текст] / А. С. Ильинцев, С. В. Третьяков, Р. А. Ершов,

- С. А. Демиденко, А. П. Богданов // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2016. – Вып. 5 – С.173-178
5. Мелехов, И. С. Лесоводство. 2-е изд., доп., испр. [Текст] / И. С. Мелехов. – М: МГУЛ, 2003. – 302 с.
6. Методические подходы к экологической оценке лесного покрова в бассейне малой реки [Текст] / Под ред. Л. Б. Заугольной, Т. Ю. Браславской. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 383 с.
7. Наквасина, Е. Н. Агрохимические свойства почв: учеб. пособие [Текст] / Е. Н. Наквасина. – Архангельск: Арханг. гос. техн. ун-т, 2009. – 101 с.
8. Наквасина, Е. Н. Полевой практикум по почвоведению [Текст] / Е. Н. Наквасина, В. С. Серый, Б. А. Семенов. – Архангельск: Арханг. гос. техн. ун-т, 2007. – 126 с.
9. ОСТ 56–69–83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки [Текст]. – М.: ЦБПТИ Гослесхоза СССР, 1984. – 60 с.
10. Перечень лесорастительных зон Российской Федерации и перечень лесных районов Российской Федерации [Текст]: [утв. приказом МПР России № 367 от 18 августа 2014]. – М., 2014. – 23 с.
11. Побединский, А. В. Изучение лесовосстановительных процессов [Текст] / А. В. Побединский. – М., 1966. – 64 с.
12. Правила лесовосстановления [Текст]: [утв. приказом МПР России № 375 от 29 июня 2016 г.]. – М., 2016. – 86 с.
13. Секретарева, Н. А. Сосудистые растения Российской Арктики и сопредельных территорий [Текст] / Н. А. Секретарева. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 131 с.
14. Скляр Г. А. Почвы лесов Европейского Севера [Текст] / Г. А. Скляр, А. С. Шарова. – М.: Наука, 1970. – 270 с.
15. Уланова, Н.Г. Экологические последствия сплошной рубки в таежных лесах России [Текст] / Н.Г. Уланова // Мат-лы юбилейной научно-практич. конф., посвящ. 80-летию Окского гос. природн. биосферн. заповедника «Роль заповедников России в сохранении и изучении природы» / Тр. Окского заповедника. – 2015. – Вып. 34. – С. 207-212.
16. Цветков, В. Ф. Потенциал лесовозобновления на вырубках Европейского Севера России [Текст] / В. Ф. Цветков // Лесоведение. – 2010. – №3. – С. 3-14.
17. Шмидт, В. М. Флора Архангельской области [Текст] / В. М. Шмидт. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2005. – 346 с.
18. Cambi, M. Impact of heavy traffic on forest soils: A review [Text] / M. Cambi, G. Certini, F. Neri, E. Marchi // Forest Ecology and Management. – 2015. – № 338. – pp. 124 -138.
19. Klaes, B. Middle-term effects after timber harvesting with heavy machinery on a fine-textured forest soil [Text] / B. Klaes, J. Struck, R. Schneider, G. Schu // European Journal of Forest Research. – 2016. – № 135. – pp. 1083-1095.
20. Marchi, E. Impact of silvicultural treatment and forest operation on soil and regeneration in Mediterranean Turkey oak (*Quercus cerris* L.) coppice with standards [Text] / E. Marchi, R. Picchio, P. S. Mederski, D. Vusić, M. Perugini, R. Venanzi // Ecological Engineering – 2016. – № 95. – pp. 475-484.
21. Modry, M. Impact of skidder and high-lead system logging on forest soils and advanced regeneration [Text] / M. Modry, D. Hubeny // Journal of Forest Science. – 2003. – № 49(6). – pp. 273-280.
22. Worrell, R. The influence of some forest operations on the sustainable management of forest soils – a review [Text] / R. Worrell, A. Hampson // Forestry. – 1997. – № 70. – pp. 61-85.
23. Zenner, E. K. Responses of ground flora to a gradient of harvest intensity in the Missouri Ozarks [Text] / E. K. Zenner, J. M. Kabrick, R. G. Jensen, J. E. Peck, J. K. Grabner // Forest Ecology and Management. – 2006. – № 222. – pp. 326-334.

References

1. Anuchin N.P. *Lesnaja taksacija: uchebnik dlja vuzov* [Forest assessment: textbook for universities]. Moscow, Forest industry Publ., 1982, 552 p. (In Russian).
2. Gusev I.I., Koptev S.V., Tretjakov S.V. *Modelirovanie intensivnosti rubki v el'nikah vyborochnogo hozjajstva* [Modeling of the intensity of selective cutting in spruce forests]. *Lesnaja taksacija i lesoustrojstvo: mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov* [Forest assessment and management: Interuniversity collection of scientific papers]. Krasnojarsk, 1997, pp. 86-89. (In Russian).
3. Gusev I.I. *Modelirovanie jekosistem: uchebnoe posobie* [Modeling ecosystems: study guide] Arkhangelsk, 2002, 112 p. (In Russian).
4. Ilintsev A.S., Tretyakov S.V., Erschov R.A., Demidenko S.A., Bogdanov A.P. *Dinamika smeshannyh sosno-velovyh drevostoev posle provedenija pervogo priema dlitel'no-postepennoj rubki v Arhangel'skoj oblasti* [Dynamics of mixed pine-spruce forest stands after the first way of long-gradual cutting in arkhangelsk region] *Lesnoj vestnik* [Forestry Bulletin № 5, the first quarter of 2016], pp. 173-178. (In Russian).
5. Melehev I.S. *Lesovodstvo: uchebnik dlja vuzov* [Silviculture: textbook for universities]. Moscow: MSFU, 2003, 302 p.
6. *Metodicheskie podhody k jekologicheskoj ocenke lesnogo pokrova v bassejne maloj reki* [Methodological approaches to environmental assessment of forest cover in basin of a small river]. Moscow, 2010, 383 p. (in Russian).
7. Nakvasina E.N. *Agrohimicheskie svojstva pochv: uchebnoe posobie* [Agrochemical properties of soils:] Arkhangelsk, 2009, 101 p. (In Russian).
8. Nakvasina E.N., Seryj V.S., Semenov B.A. *Polevoj praktikum po pochvovedeniju* [Field Workshop on soil science]. Arkhangelsk, 2007, 126 p. (In Russian).
9. *OST 56-69-83. Ploshchadi probnye lesoustroitelnye metod zakladki* [Standarte 56-69-83. Square trial of forest management. Method bookmarks.] Moscow, 1983, 60 p. (In Russian).
10. *Perechen' lesorastitel'nyh zon Rossijskoj Federacii i perechen' lesnyh rajonov Rossijskoj Federacii* [The list of forest zones of the Russian Federation and the list of forest areas of the Russian Federation]: utv. prikazom No 367 MPR Rossii 18 avgusta 2014 g. Moscow, 2014, 23 p. (in Russian).
11. Pobedinskij A.V. *Izuchenie lesovosstanovitel'nyh processov* [The study of forest regeneration processes]. Moscow: Nauka, 1966, 64 p. (in Russian).
12. *Pravila lesovosstanovlenija* [Reforestation rules]: utv. prikazom No 183 MPR Rossii 16 ijulja 2007 g. Moscow, 2007, 86 p. (in Russian).
13. Sekretareva, N.A. *Sosudistye rastenija Rossijskoj Arktiki i sopredel'nyh territorij* [Vascular plants of Russian Arctic and adjacent territories]. Moscow, 2004, 131 p. (in Russian).
14. Sklyarov G.A., Sharova, A.S. *Pochvy lesov Evropejskogo Severa* [The soils of the North European forests]. Moscow, Science, 1970, 268 p. (in Russian).
15. Ulanova, N.G. *Jekologicheskie posledstvija sploshnoj rubki v taezhnyh lesah Rossii* [Ecological consequences after felling of Russian taiga forest]. *Mat-ly jubilejnoj nauchno-praktich. konf., posvjashh. 80-letiju Okskogo gos. prirod. biosfern. zapovednika «Rol' zapovednikov Rossii v sohranenii i izuchenii prirody»* [Proceedings of the anniversary scientific-practical conference dedicated to the 80th of the Oka state biosphere reserve "The role of the Russian nature reserves in the conservation and study of nature"]. Ryazan 2015, pp. 207-212. (in Russian).
16. Tsvetkov V.F. *Potencial lesovozobnovlenija na vyrubkah Evropejskogo Severa Rossii* [Potential of Reforestation in Felled Areas of the Russian European North] *Lesovedenie* [Russian Journal of Forest Science] Moscow, 2010, no. 3, pp. 3-14. (In Russian).
17. Shmidt V.M. *Flora Arhangel'skoj oblasti* [Flora of the Arkhangelsk region]. St. Petersburg, St. Petersburg University Publ, 2005, 346 p. (In Russian).

18. Cambi M., Certini G., Neri F., Marchi E. Impact of heavy traffic on forest soils: A review. *Forest Ecology and Management*. 2015, Vol. 338, pp. 124-138.

19. Klaes B., Struck J., Schneider R., Schu G. Middle-term effects after timber harvesting with heavy machinery on a fine-textured forest soil. *European Journal of Forest Research*. 2016, Vol. 135, pp. 1083-1095.

20. Marchi E., Picchio R., Mederski P.S., Vusić D., Perugini M., Venanzi R. Impact of silvicultural treatment and forest operation on soil and regeneration in Mediterranean Turkey oak (*Quercus cerris* L.) coppice with standards. *Ecological Engineering*. 2016, Vol. 95, pp. 475-484.

21. Modry M., Hubeny D. Impact of skidder and high-lead system logging on forest soils and advanced regeneration. *Journal of Forest Science*. 2003, Vol. 49, no. 6, pp.273-280.

22. Worrell R., Hampson A. The influence of some forest operations on the sustainable management of forest soils – a review. *Forestry*. 1997, Vol. 70, pp. 61-85.

23. Zenner E.K., Kabrick J.M., Jensen R.G., Peck J.E., Grabner J.K. Responses of ground flora to a gradient of harvest intensity in the Missouri Ozarks. *Forest Ecology and Management*. 2006, Vol. 222, pp. 326-334.

Сведения об авторах

Ильинцев Алексей Сергеевич – научный сотрудник лаборатории таежных экосистем и биоразнообразия ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства»; аспирант кафедры лесоводства и лесоустройства ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», г. Архангельск, Российская Федерация, e-mail: a.ilintsev@narfu.ru

Третьяков Сергей Васильевич – профессор кафедры лесоводства и лесоустройства, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», доктор сельскохозяйственных наук, доцент, г. Архангельск, Российская Федерация, e-mail: s.v.tretyakov@narfu.ru

Наквасина Елена Николаевна – профессор кафедры лесоводства и лесоустройства, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», доктор сельскохозяйственных наук, профессор, г. Архангельск, Российская Федерация, e-mail: nakvasina@yandex.ru

Амосова Ирина Борисовна – доцент кафедры биологии, экологии и биотехнологии, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, г. Архангельск, Российская Федерация, e-mail: i.b.amosova@yandex.ru

Алейников Алексей Александрович – старший научный сотрудник лаборатории структурно-функциональной организации и устойчивости лесных экосистем ФГБУН «Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук», кандидат биологических наук, г. Москва, Российская Федерация, e-mail: aaacastor@gmail.com

Богданов Александр Петрович – старший научный сотрудник лаборатории лесопользования, ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства»; доцент кафедры лесоводства и лесоустройства, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», г. Архангельск, Российская Федерация, e-mail: aleksandr_bogd@mail.ru

Information about authors

Ilintsev Aleksey Sergeevich – Researcher Laboratory of Taiga Ecosystems and Biodiversity, Federal Budget Institution Northern Research Institute of Forestry; Post-graduate student Department of Silviculture and Forest Management Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov», Arkhangelsk, Russian Federation, e-mail: a.ilintsev@narfu.ru

Tretyakov Sergey Vasilevich – Professor Department of Silviculture and Forest Management, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov», DSc in Agriculture, Professor, Arkhangelsk, Russian Federation, e-mail: s.v.tretyakov@narfu.ru

Nakvasina Elena Nikolaevna – Professor Department of Silviculture and Forest Management, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov», DSc in Agriculture, Professor, Arkhangelsk, Russian Federation, e-mail: nakvasina@yandex.ru

Amosova Irina Borisovna – Associate Professor Department of Biology, Ecology and Biotechnology, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Northern (Arctic) Federal University named after M.V Lomonosov», PhD in Agriculture, Associate Professor, Arkhangelsk, Russian Federation, e-mail: i.b.amosova@yandex.ru

Aleynikov Aleksey Aleksandrovich – Senior researcher Laboratory of Structural and Functional Organisation of Forest Ecosystems, Federal State Budget Scientific Institution Center for Problems of Ecology and Productivity of Forests, Russian Academy of Sciences, PhD in Biology, Moscow, Russian Federation, e-mail: aaacastor@gmail.com

Bogdanov Aleksandr Petrovich – Senior researcher Laboratory of Forest Management, Federal Budget Institution Northern Research Institute of Forestry; Associate Professor Department of Silviculture and Forest Management, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov», PhD in Agriculture, Arkhangelsk, Russian Federation, e-mail: aleksandr_bogd@mail.ru

DOI: 10.12737/article_59c224593d4ce7.43510348

УДК 630*416.1

БИОМОНИТОРИНГ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОРОСЛЕВЫХ ДУБРАВ ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЫ Г. ВОРОНЕЖА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДУБОВЫХ ОРЕХОТВОРОК

кандидат биологических наук, доцент **Казбанова И.М.**¹

1 – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
г. Воронеж, Российская Федерация

Статья посвящена вопросам проведения мониторинга химического загрязнения порослевых дубрав зеленой зоны г. Воронежа на основе использования в качестве биомониторов дубовых орехотворок. Объект исследований – порослевые дубравы зеленой зоны, расположенные вдоль крупных автомагистралей, именно поэтому они постоянно подвергаются воздействию всего комплекса загрязняющих химических веществ, находящихся в окружающей среде – в воздухе и почве, в атмосферных осадках. Для сохранения и развития, а также нормального функционирования и менеджмента лесных экосистем крайне важно постоянно знать текущее состояние природных объектов и значение параметров загрязняющих факторов. В статье исследуется химическое загрязнение порослевых дубрав в зелёной зоне г. Воронежа с позиций оптимизированного мониторинга. Ранее было установлено, что самый мощный источник химического загрязнения порослевых дубрав – это автотранспорт, который загрязняет окружающую среду продуктами сгорания углерода, но наибольшее значение имеют тяжелые металлы, поскольку высшие растения являются признанными коллекторами содержащихся в воздухе и почве тяжелых металлов. Биомониторинг химического загрязнения насаждений вдоль дорог может быть эффективным с помощью высших растений. Нами исследовалась возможность и целесообразность проведения биомониторинга химического загрязнения в порослевых дубравах с помощью орехотворок, обитающих на дубе. Считаем, что дубовые орехотворки как биомониторы перспективны, так как они имеют ряд преимуществ: многие виды орехотворок очень чувствительны к химическому загрязнению воздушной среды и растений-хозяев, являются чутким индикатором изменений условий среды, что проявляется прежде всего в интенсивности и характере галлообразовательных процессов. Галлы орехотворок доступны для наблюдения, сравнительно