

DOI: 10.12737/article\_5c92016c7c7264.61401393

УДК 630\*18+581.5

## ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РУБОК НА СТРУКТУРУ ТРАВЯНО-КУСТАРНИЧКОВОГО ЯРУСА ЧЕРНИЧНЫХ ТИПОВ ЛЕСА

кандидат сельскохозяйственных наук **А.С. Ильинцев**<sup>1,2</sup>

кандидат сельскохозяйственных наук **И.Б. Амосова**<sup>2</sup>

доктор сельскохозяйственных наук, профессор **С.В. Третьяков**<sup>2</sup>

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

Эколого-биологические исследования проведены в смешанных насаждениях, которые были пройдены различными видами рубок: сплошными узколесосечными, длительно-постепенными и проходными. Цель исследования заключалась в анализе структуры травяно-кустарничкового яруса после проведения рубок в смешанных древостоях. Объекты исследования расположены в таежной зоне в северо-таежном районе европейской части РФ. Исходные насаждения были представлены смешанными сосново-елово-березовыми древостоями черничного типа леса, которые произрастали на легкосуглинистых подзолистых почвах. Для оценки травяно-кустарничкового яруса провели геоботанические описания в пределах учетных площадок (размер от 25 до 100 м<sup>2</sup>). В полевые периоды 2015-2017 гг. составили 70 геоботанических описаний. Для изучения дифференциации травяно-кустарничкового яруса применили таксономический, биоморфологический и экологический анализы. Результаты таксономического анализа показали, что в каждом варианте исследования выделено от 3 до 5 ведущих семейств. Наибольшее количество видов относится к семействам: Poaceae, Asteraceae, Scrophulariaceae. По абсолютной численности количество родов и видов выше в естественном сообществе, где не проводились рубки. Эколого-ценотический анализ показал, что на всех участках преобладают две группы: мелкотравная от 29 до 50 % и кустарнички и вечнозеленые травы – от 20 до 27 %. Построенные спектры биоморф свидетельствуют о том, что на волоках и лесопогрузочных площадках преобладают длиннокорневищные и короткорневищные жизненные формы, что указывает на нарушение лесной подстилки и сложившийся уровень задернения. Анализ экологических стратегий видов по Дж. Грайму показал, что стресс-толерантов (S) меньше всего в вариантах со сплошными рубками (15 %) и больше всего в нетронутом насаждении (33 %). Результаты эколого-биологических исследований показали, что сплошные узколесосечные рубки повлияли на преобразование и формирование травяно-кустарничкового яруса, по сравнению с несплошными рубками. Разрастание и видовое разнообразие напочвенного покрова зависит от технологического элемента лесосеки (пасака, волок, лесопогрузочные пункты), его нарушенности и возраста вырубки.

**Ключевые слова:** бореальные леса, травяно-кустарничковый ярус, экологическая структура, сосудистые растения

## THE EFFECT OF DIFFERENT CUTTINGS ON THE ECOLOGICAL-BIOLOGICAL STRUCTURE OF THE GRASS-SHRUB LAYER IN THE BLUEBERRY FOREST

PhD (Agriculture) **A.S. Ilintsev**<sup>1,2</sup>

PhD (Agriculture) **I.B. Amosova**<sup>2</sup>

DSc (Agriculture), Professor **S.V. Tretyakov**<sup>2</sup>

1 – Federal Budget Institution «Northern Research Institute of Forestry», Arkhangelsk, Russian Federation

2 – Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Northern (Arctic) Federal University named M.V. Lomonosov», Arkhangelsk, Russian Federation

### Abstract

We carried out ecological and biological studies in mixed forest stands after different types of cuttings: clear-narrow, long-gradual and thinning. The purpose of the study is to analyze the structure of the grass-shrub layer after cuttings in mixed forest stands. The objects of research are located in the taiga zone in the North taiga region of the European part of Russia. The original forests were represented by mixed pine-spruce-birch stands of blueberry forest type, which grew on light-loamy podzolic soils. We conducted geobotanical descriptions within the accounting sites (size from 25 to 100 m<sup>2</sup>) to assess the grass-shrub layer. We made 70 geobotanical descriptions in the field periods 2015-2017. We applied taxonomic, biomorphological and ecological analyses to study the differentiation of the grass-shrub layer. The results of the taxonomic analysis showed that in each variant of the study from 5 to 3 leading families were identified. The largest number of species belongs to the families: Poaceae, Asteraceae, Scrophulariaceae. The number of genera and species in absolute numbers is higher in the natural community where cuttings did not carried out. Ecological-cenotic analysis showed that in all the studied areas two groups prevail: boreal (small-grass) from 29 to 50% and boreal (shrubs and evergreen grasses) from 20 to 27%. The constructed biomorphic spectra indicate that there is a high proportion of turf life form on skidding trails and landing sites, which indicates violations of the forest floor and a certain degree of turfing. The analysis of species ecological strategies according to George Grime showed that Stress-tolerant species (S) are least in variants with clear-cuttings (15%) and most in uncut forest (33%). The results of complex research showed that the clear-narrow cuttings affected the conversion and the formation of the herb-dwarf shrub layer, compared to selective logging. The distribution and species diversity of the ground cover depends on the technological element of the cutting area (cutting strip, skidding trails and landing sites), its disturbance and age of cutting.

**Keywords:** Boreal forest, grass-shrub layer, ecological structure, vascular plants

### Введение

Древесный полог играет важную роль в формировании живого напочвенный покрова, поэтому любое нарушение структуры древостоя приводит к изменению в составе и строении нижних ярусов растительности. Основным видом нарушений лесорастительной среды выступают рубки леса, которые могут привести к деградации лесов и потере биоразнообразия [6, 13]. В результате длительного лесопользования леса таежной зоны представляют собой мозаику сообществ на различных возрастных стадиях послерубочной сукцессии [3, 6].

Характер изменения напочвенного покрова вырубок зависит от способа рубки, технологии и сезона заготовки древесины [13]. Известно, что при

неплошных рубках в необходимой мере сохраняется лесорастительная среда, в связи с этим нижние ярусы растительности претерпевают менее резкие изменения по сравнению с широкомасштабными сплошными рубками [4, 17, 21, 22, 24]. Неплошные виды рубок не приводят к снижению обилия и видового богатства нижних ярусов растительности [17]. Однако после рубок складываются определенные условия для заселения и разрастания травянистых и злаковых видов растительности, в том числе внедрения заносных или случайных видов [13, 19, 22, 23].

После вырубki всего древостоя или его части изменяются микроклиматические условия, такие как освещенность, радиационный баланс, водный и

температурный режимы, физические, химические и биологические свойства почвы [7, 13, 17, 18]. Реакция лесных фитоценозов на рубку направлена на сохранение и потребление дополнительных ресурсов, в том числе на восстановление прежнего уровня продуктивности лесной экосистемы [2, 8]. Период, прошедший после проведения рубок, способствует восстановлению первоначальных свойств фитоценоза [19]. Ход сукцессии и период восстановления первоначальных свойств фитоценоза напрямую зависит от первоначального нарушения. Чем сильнее (масштабней) нарушение напочвенного и лесного покрова, тем сильнее отличается образующийся фитоценоз от исходного [13, 20]. Растительные сообщества могут проявлять сильную инерцию на рубку, и может пройти много лет, прежде чем станут видны все последствия нарушения [19]. В современных условиях значительное влияние на преобразование растительных сообществ играет воздействие лесозаготовительной техники во время технологических операций в связи с повреждением напочвенного и почвенного покровов.

Различные авторы отмечают, что фитоценозы сорной растительности весьма динамичны на вырубках [4, 5]. Напочвенный покров постоянно изменяется по составу и габитуальному развитию в процессе послерубочной сукцессии, образуются дополнительные экологические ниши, микромозаики, появляются биологические виды и разные эколого-ценотические группы. Во время технологических операций образуются четыре типа экотопов: ненарушенные, малонарушенные, средненарушенные и сильнонарушенные [13]. После рубок формируется совокупность разных фитоценозов, которые приурочены к определенным экотопам. По этой причине не всегда подтверждается жесткая детерминированность первоначальным условиям и растительным сообществам (тип леса). В различных природно-климатических условиях реакция нижних ярусов растительности на рубку не одинакова, поэтому существует потребность исследования этого вопроса для последующего прогнозирования.

Нарастающее влияние лесозаготовительной деятельности и значительное преобразование коренных лесов поднимает интерес к изучению реак-

ции видов напочвенного покрова и динамики растительных сообществ на различных стадиях послерубочных сукцессий.

**Цель исследования** – проанализировать происходящие изменения в структуре травяно-кустарничкового яруса после проведения различных видов рубок в смешанных сосново-елово-березовых древостоях черничного типа леса в северо-таежных лесах.

### **Материалы и методы**

В соответствии с лесорастительным районированием исследование проведено в Северо-таежном районе европейской части РФ на территории Архангельской области [10]. Лесистость территории составляет 75 %. Основными ценообразователями являются хвойные еловые (38 %) и сосновые леса (25 %), на границе ареала произрастания встречается лиственница, пихта. Мягколиственные древесные породы в основном представлены березой, осиной, единично встречаются ольха и ива. По возрастной структуре преобладают спелые и перестойные леса, доля которых составляет 60 % и постоянно сокращается. Изменение породного и возрастного состава лесов в основном вызвано рубками прошлого столетия, которые проводились без достаточных мер к воспроизводству лесных ресурсов.

По климатической характеристике район исследования относится к территории с континентальным климатом. Средняя годовая температура воздуха составляет 0,4 °С. Средняя температура самого теплого месяца (июль) – 16 °С, самого холодного (январь) – минус 14 °С. Среднее годовое количество осадков колеблется в пределах 380–690 мм, что приводит к избыточному увлажнению почв. На территории исследования преобладает подзолообразовательный процесс, который наиболее выражен в центральной части с глееподзолистыми, торфяно- и торфянисто-подзолисто-глеевыми, подзолистыми почвами и подзолами. В целом климатические условия благоприятны для произрастания преобладающих древесных пород.

Эколого-биологические исследования проведены в 2015–2017 гг. в смешанных сосново-елово-березовых насаждениях черничного типа

леса (III-IV класс бонитета), растущих на легкосуглинистых подзолистых почвах. Исходные лесные сообщества были пройдены различными (сплошными узколесосечными, длительно-постепенными рубками, рубками ухода). Контрольный участок расположен рядом с участком, где была проведена длительно-постепенная рубка 1993 г., и представляет исходную характеристику вырубленных лесных сообществ.

Длительно-постепенные рубки проведены в зимний период 1993-1995 гг. по среднепасечной технологии, интенсивность рубок по запасу составляла 40-50 %. Рубки осуществлялись бензомоторными пилами, а трелевка деревьев – трактором ТДТ-55А.

Сплошная рубка 2012 г. (второй прием длительно-постепенной рубки) является завершающим этапом части длительно-постепенной рубки 1993 г. и была проведена в зимний период с оставлением семенников лиственницы.

Сплошные рубки 1993-1994 гг. (лесопогрузочные пункты) проведены в летне-осенний сезон, и на них трелевали хлысты от длительно-постепенных рубок 1993-1995 гг., далее проводилась их раскряжевка и погрузка на лесовозные машины.

Проходные рубки проведены в летний период 2008, 2015-2017 гг. по среднепасечной технологии, интенсивность по запасу составляла 25-36 %. Проходная рубка 2008 г. была проведена бензомоторными пилами, а трелевка деревьев – трактором ТДТ-55А. Проходные рубки 2015-2017 гг. были проведены харвестером «Валмет 911.4», из середины пасаек бензомоторными пилами, а вывозка – форвардером «Komatsu 855».

Очистка всех лесосек осуществлялась путем укладки порубочных остатков на волокни одновременно с заготовкой древесины.

Для оценки травяно-кустарничкового яруса проводили геоботанические описания в пределах учетных площадок (в пасаках площадь 10×10 м; на волоках – 5×5 м), которые закладывались вдоль прямолинейных трансект через 30 м. В естественном лесном сообществе, которое не подвергалось рубкам, описание сделано на 5 учетных площадках (10×10 м), в пасаках и

волоках длительно-постепенных рубок 1993-1995 гг. – на 20 учетных площадках, на сплошной вырубке 2012 г. – на 5 учетных площадках, на сплошных вырубках 1993-1994 гг. – в пасаках и на волоках проходных рубок 2015-2017 гг. – на 30 учетных площадках, в пасаках и на волоках проходных рубок 2008 гг. – на 10 учетных площадках. Таким образом, всего было проанализировано 70 геоботанических описаний.

При анализе травяно-кустарничкового яруса учитывали современные экологические подходы [9]. На учетных площадках устанавливали общее проективное покрытие яруса и отдельного вида. Идентификацию обнаруженных видов растений проводили с использованием стандартных определителей [1, 14]. Наименование сосудистых растений давали по сводке С.К. Черепанова 1995 г. [15].

Для изучения дифференциации травяно-кустарничкового яруса на технологических элементах лесосек и в естественном сообществе применили таксономический анализ [16], биоморфологический анализ по К. Раункиеру и Н.А. Секретаревой [12], экологический анализ по эколого-ценотическим группам [9] и анализ экологических стратегий видов по Дж. Грайму (С – конкуренты, S – стресс-толеранты, R – рудералы) [1].

### Результаты исследований

Таксономический анализ травяно-кустарничкового яруса на сплошных узколесосечных вырубках и в сообществах, пройденных несплошными рубками, показал, что на всех исследуемых участках распределение таксонов по крупным систематическим группам совпадает с таковыми для северо-таежных флор Архангельской области [16]. Во время исследования влияния рубок на состояние травяно-кустарничкового яруса отмечено от 3 до 5 преобладающих семейств в каждом варианте (табл. 1). Доминируют одновидовые семейства, больше всего видов в одном семействе варьируется от 2 до 5. Преобладающие виды относятся к следующим семействам: Poaceae (5-2), Asteraceae (3), Scrophulariaceae (3-2). Эти же семейства наиболее постоянные на всех экспериментальных объектах. Количества родов и видов в естественном лесном

сообществе, где не проводились рубки, по сравнению с пасаками и волоками имеют схожие значения, хотя по абсолютной численности незначительно выше в естественном лесном сообществе. При анализе полученных данных выделено несколько особенностей, которые указывают на экологическую неоднородность условий в вариантах исследования. В нетронutom лесном фитоценозе и в пределах пасеки, пройденной рубкой более 25 лет назад, к одному из ведущих семейств относятся Orchidaceae. Большое количество видов этого семейства произрастают в области, весьма чувствительной к изменениям в среде их обитания, в особенности к влажности воздуха и субстрата, нарушениям почвенного покрова [11]. Во всех остальных вариантах виды из семейства Orchidaceae отсутствуют. В пасаках и на волоках длительно-постепенных и проходных рубок к преобладающему семейству относится Asteraceae. Виды этого семейства преимущественно произрастают на лугах, опушках и разреженных древостоях.

Более гетерогенными по таксономическим группам являются пасаки, пройденные рубками более 8 лет и лесопогрузочные пункты, тогда как на волоках, по всем вариантам, выше видовое богатство. На лесопогрузочных площадках 1993-1994 гг. зафиксировано максимальное количество разных ценотических групп (лесные, луговые и приуроченные к нарушенным растительным сообществам). Во всех вариантах исследования распределение видов по эколого-ценотическим группам показало, что преобладают Br\_m бореальная (мелкотравная) группа, доля которой составляет от 29 до 50 %, и Br\_k бореальная (кустарнички и вечнозеленые травы), доля которой равна от 20 до 27 % (рис. 1). Поэтому подтверждается схожесть лесорастительных условий во всех вариантах и типичность групп для северо-таежных лесов.

Можно выделить высокую долю Nm неморальной группы в нетронutom рубкой насаждении и на пасеке после проходной рубки 2008 г., интенсивностью менее 30 % (18 % и 21 % соответственно), что объясняется приуроченностью этой группы к ненарушенным лесным сообществам. Разнообразные эколого-ценотические

группы характерны для волоков и лесопогрузочных пунктов 1993-1994 гг., что указывает на неоднородность этих сообществ, в связи с тем, что образуется большое количество дополнительных экологических ниш.

Биоморфологический анализ травяно-кустарничкового яруса подтверждает зональную и фитоценотическую специфику (рис. 2 и 3). Преобладают криптофиты и высокая доля хамефитов (по К. Раункиеру), и длиннокорневищные и коротkokорневищные биоморфы (по Н.А. Секретаревой). Данные группы биоморф наиболее характерны для северных (бореальных) лесов, произрастающих на подзолистых почвах. В целом построенные спектры биоморф естественного лесного сообщества, в пасаках и на волоках сплошных рубок очень близки между собой, что косвенно указывает на схожие экологические условия. Из специфических отличий можно указать высокую долю дерновинной жизненной формы на волоках и лесопогрузочных пунктах, что указывает на нарушение лесной подстилки и сложившийся уровень задернения. Наиболее разносторонний биоморфологический спектр характерен для сплошных рубок 1993-1994 гг. На исходном этапе восстановительной сукцессии в лесном фитоценозе сформировалось большое количество экологических ниш, что привело к разнообразию биоморфологического спектра. На вырубке после сплошной рубки 2012 г. построенный спектр жизненных форм отличается наименьшим количеством биоморф. Это связано с начальным этапом восстановительной сукцессии, когда часть жизненных форм исчезла под воздействием сильных стрессовых факторов.

Расчеты индекса фитоценотической значимости показали, что во всех вариантах к наиболее высокому четвертому классу относятся *Vaccinium myrtillus* L. и *Vaccinium vitis-idaea* L., что подтверждает одинаковый тип лесорастительных условий. Точно также четвертый класс фитоценотической значимости имеют *Avenella flexuosa* (L.) Drej, *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt и *Linnaea borealis* L. *Avenella flexuosa* имеет более высокий индекс фитоценотической значимости на волоках и сплошных рубках (волок, сплошная рубка – 3,1,

нетронутое насаждение – 2,6), что также подтверждает определенную степень нарушения и, как следствие, задернения напочвенного покрова. На волоках несплошных рубок и в варианте со сплошной рубкой 2012 г. к данному классу относятся *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. По результатам анализа видового состава растений во всех вариантах исследования отметили виды, которые встречаются только в естественном лесном сообществе, где не проводились рубки, и в пасаках: *Atragene sibirica* L., *Orthilia secunda* (L.) House, *Oxalis acetosella* L., *Vicia sylvatica* L., *Listera cordata* (L.) R. Br., *Goodyera repen* (L.) R. Br.

Эти виды более требовательны к условиям мест произрастания (освещенности, влажности воздуха и субстрата). На волоках несплошных рубок и лесопогрузочных пунктах 1993-1994 гг. произрастают виды, не отмеченные в естественном лесном сообществе, где не проводились рубки, и пасаках: *Trifolium repens* L., *Ranunculus acris* L., *Lathyrus pratensis* L., *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Chamaenerion angustifolium*. Данные виды относятся к группе луговых и сорных, которые проявляются в лесных сообществах, подверженных нарушениям, или в «окнах» распада древостоя. *Calluna vulgaris* (L.) Hull выявлен только на лесопогрузочных площадках 1993-1994 гг. Данный вид часто встречается в лесных насаждениях, подвергнутых нарушениям как природного, так и антропогенного характера. Некоторые из этих видов являются видами-индикаторами, которые указывают определенную специфику условий произрастания. Например, *Atragene sibirica* является специализированным видом хвойных спелых и перестойных лесных сообществ. Этот вид был обнаружен только в естественном лесном сообществе, где не проводились рубки. *Listera cordata* – индикатор влажных почв, которые давно заняты лесными сообществами и не подвергались вспашкам. Данный вид отмечен в естественном лесном сообществе, где не проводились рубки, и в пасаках длительно-постепенных рубок 1993-1994 гг. *Calamagrostis epigeios* – индикатор нарушенных лесных сообществ. Вид встречался на волоках. Отмечено, что виды, произрастающие на

сплошных узколесосечных вырубках и на волоках, в первый-второй год после рубки испытывают наибольшее стрессовое воздействие по сравнению с пасаками несплошных рубок. Это воздействие проявляется в снижении жизненности, изменении окраски и увядании. При геоботаническом описании отмечена средняя и низкая жизненность большинства лесных травянистых растений, проявляющаяся в общем снижении проективного покрытия яруса (менее 65-55 %), низкорослости и снижением продуктивности (мало цветоносов и плодов). Отдельные виды, наиболее чувствительные к прямым солнечным лучам, приобрели фиолетовую окраску листьев и стебля (*Maianthemum bifolium*, *Linnaea borealis*, *Trientalis europaea* L.) – высокая концентрация антоциана, предохраняющая растения от ожогов. Такие виды в основном сохранились под зарослями кустарника, под кучами порубочных остатков и возле валежа.

Для детализации геоботанических описаний и возможности получения более полной картины различий между вариантами был проведен анализ экологических стратегий видов по Дж. Грайму [1] (рис. 4).

Однако данный анализ также не показал существенных различий между вариантами. Виды растений с выявленными первичными и переходными стратегиями встречаются во всех вариантах. В связи с этим в большинстве случаев процентное соотношение относительно стратегий очень похоже во всех вариантах. Наиболее наглядно отличаются нетронутые насаждения и сплошные рубки по двум видам стратегий. Стресс-толерантов (S) больше всего в нетронutom насаждении (33 %) и меньше всего в вариантах со сплошными рубками (15 %). Для нетронутых насаждений это наиболее многочисленная группа растений, которые в типичном случае создают живой напочвенный покров под пологом древостоя. Данная группа представлена кустарниками и многолетними травами небольшого обилия. Вырубки обычно занимают конкурентоспособные и экологически пластичные виды с переходными стратегиями, как это видно из рис. 1 – наиболее многочисленная группа на сплошных вырубках S/CSR (33 %), S/SC (15 %) и SR (10 %).

Количество таксонов в вариантах исследования (абсолютная численность)

Тип варианта	Количество		
	семейств	родов	видов
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), Ericaceae (2), Scrophulariaceae (2)		
Пасеки второго приема длительно-постепенной рубки (сплошная рубка 2012 г.)	12	13	15
	Poaceae (2), Ericaceae (2), Scrophulariaceae (2)		
Лесопогрузочные пункты (сплошные рубки 1993-1994 гг.)	22	26	30
	Poaceae (4), Scrophulariaceae (3), Pyrolaceae (2), Ericaceae (2), Fabaceae (2)		
Пасеки проходных рубок 2015-2017 гг.	18	20	21
	Poaceae (3), Asteraceae (2), Ericaceae (2), Scrophulariaceae (2)		
Волоки проходных рубок 2015-2017 гг.	19	22	25
	Poaceae (4), Ericaceae (2), Scrophulariaceae (2), Equisetaceae (2)		
Пасеки проходных рубок 2008 г.	16	22	23
	Asteraceae (3), Poaceae (3), Ericaceae (2), Scrophulariaceae (2), Fabaceae (2)		
Волоки проходных рубок 2008 г.	16	22	23
	Asteraceae (3), Poaceae (3), Scrophulariaceae (3), Ericaceae (2)		

Примечание: \* – отмечены ведущие семейства и количество видов в скобках.

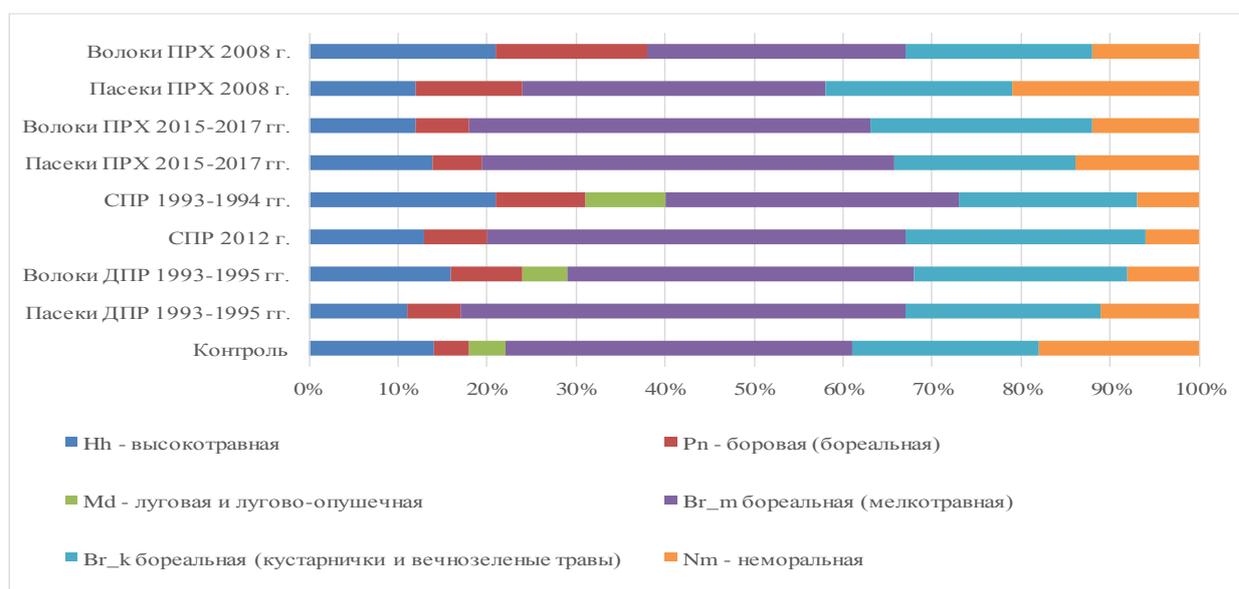


Рис. 1. Соотношение эколого-ценотических групп в вариантах исследования (в процентах)

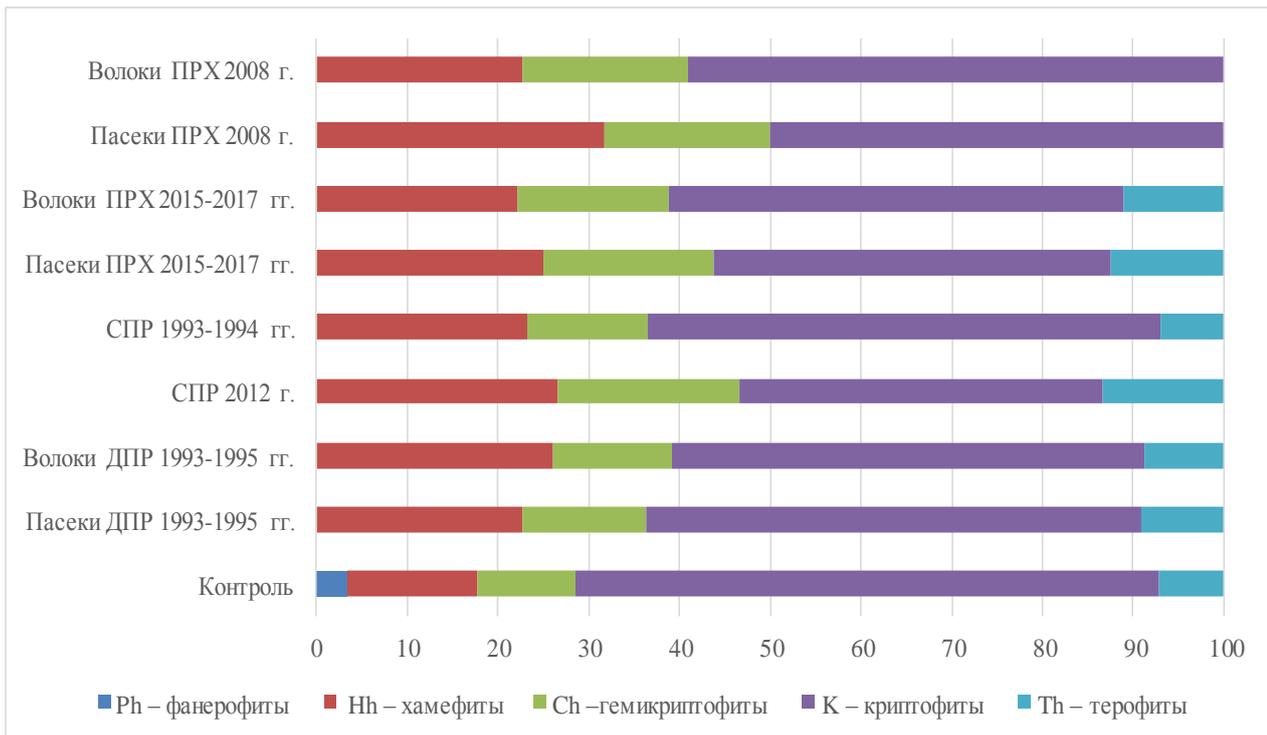


Рис. 2. Спектры биоморф в вариантах исследования по К. Раункиеру



Рис. 3. Спектры биоморф в вариантах исследования по Н.А. Секретаревой

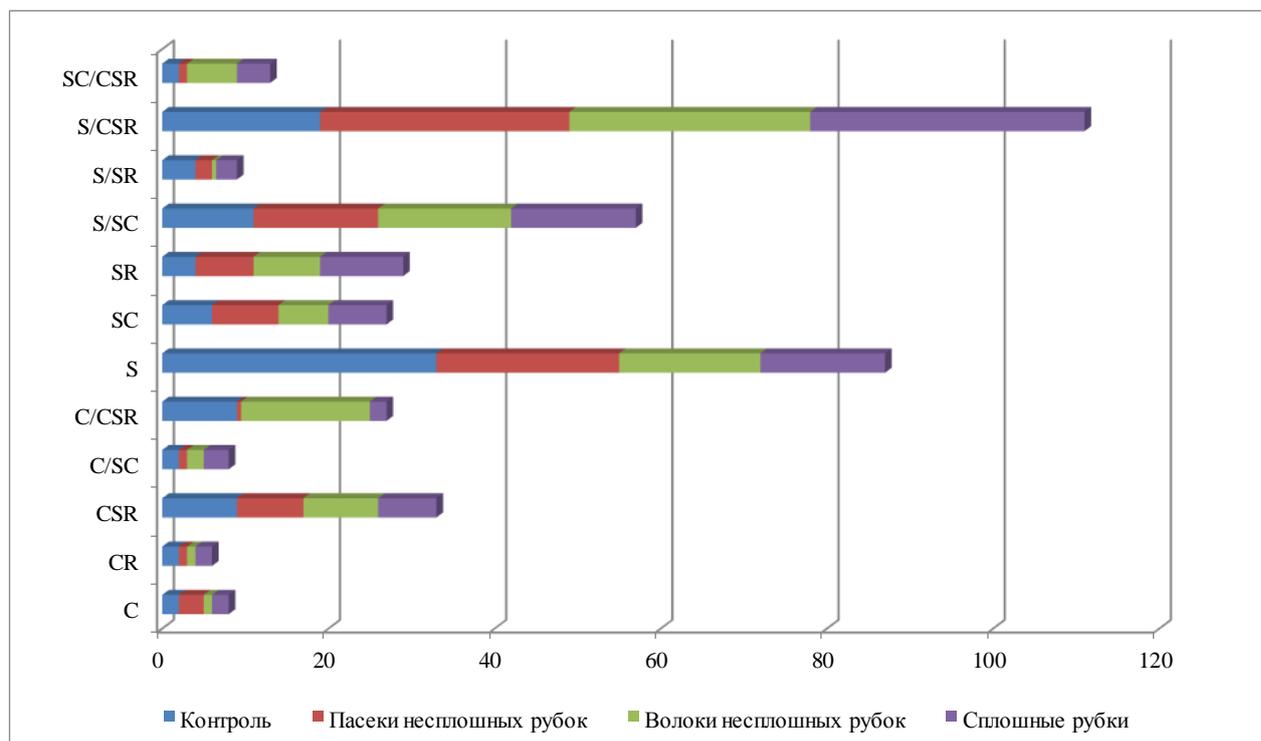


Рис. 4. Распределение видов по первичным и переходным экологическим стратегиям по Дж. Грайму. Первичные стратегии: С – конкуренты, S – стресс-толеранты; Переходные стратегии: CR – конкуренты-рудералы, SC – стресс-толеранты-конкуренты; SR – стресс-толеранты-рудералы; CSR – конкуренты-стресс-толеранты-рудералы; Смешанные: C/CSR, C/SC – преимущественно конкуренты; S/CSR, S/SR, S/SC – преимущественно стресс-толеранты

Таким образом, эколого-биологический анализ не показал существенных различий между естественным лесным сообществом, где не проводились рубки, и сообществами, где были проведены рубки ухода и длительно-постепенные рубки разных лет. Это объясняется, прежде всего, щадящим способом рубки: низкая интенсивность рубок в пасаках не более 30 % (вырубались деревья типа «волк», деревья с низкоопущенной, флагообразной кроной, завершившие рост, многовершинные, поврежденные, больные и сухостойные) и узкими волоками (4-5 м).

#### Заключение

В нетронутом рубкой лесном фитоценозе и в пределах пасаки, пройденной рубкой более 25 лет назад, к одному из ведущих семейств относятся Orchidaceae, которые весьма чувствительны к изменениям в среде их обитания. В других вариантах исследования виды из семейства Orchidaceae отсутствуют. В пасаках и на волоках

длительно-постепенных и проходных рубок к ведущему семейству относится Asteraceae. Наибольшее количество таксономических групп отмечено на лесопогрузочных площадках 1993-1994 гг. с максимальным количеством разных ценологических групп (лесные, луговые и приуроченные к нарушенным растительным сообществам). Результаты таксономического анализа показали, что распределение таксонов по крупным систематическим группам в целом совпадает с таковыми для северо-таежных флор Архангельской области во всех вариантах исследования.

Схожесть лесорастительных условий во всех вариантах и типичность групп для северо-таежных лесов подтверждается преобладанием бореальной (мелкотравной) от 29 до 50 % и бореальной (кустарнички и вечнозеленые травы) от 20 до 27 %.

Результаты биоморфологического анализа свидетельствуют о том, что на волоках и лесопогрузочных площадках преобладает высокая доля дерновинной жизненной формы, что указывает на нарушения лесной подстилки и сложившийся уровень задернения. Наиболее разнообразный спектр биоморф характерен для лесопогрузочных пунктов 1993-1994 гг. Наименьшее количество биоморф отмечено на вырубке со вторым завершающим приемом длительно-постепенной рубки 2012 г. Это скорее всего связано с начальным этапом восстановительной сукцессии.

Распределение растений по видовому составу показало, что только в нетронутым рубкой насаждении и в пасаках встречаются: *Atragene sibirica*, *Orthilia secunda*, *Oxalis acetosella*, *Vicia sylvatica*, *Listera cordata*, *Goodyera repen*. Эти виды требовательны к условиям местопроизрастания (освещенности, влажности воздуха, субстрату). На волоках и лесопогрузочных пунктах 1993-1994 гг. произрастают виды, не отмеченные в естественном лесном сообществе и в пасаках: *Trifolium repens*, *Ranunculus acris*, *Lathyrus pratensis*, *Deschampsia*

*cespitosa*, *Calamagrostis epigeios*, *Chamaenerion angustifolium*.

Анализ экологических стратегий видов по Дж. Грайму не выявил существенных различий между вариантами. Однако стресс-толерантов (S) меньше всего в вариантах со сплошными рубками (15 %) и больше всего в нетронутым насаждении (33 %).

Результаты эколого-биологических исследований показали, что сплошные узколесосечные рубки повлияли на преобразование и формирование травяно-кустарничкового яруса, по сравнению с несплошными рубками, которые имеют экологическое преимущество перед сплошными. Разрастание и видовое разнообразие напочвенного покрова зависит от технологического элемента лесосеки (пасака, волок, лесопогрузочные пункты), его нарушенности и возраста вырубки. Максимальная гетерогенность характерна при сильном нарушении почвенно-растительного покрова на лесопогрузочных площадках и увеличивается с возрастом.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 17-44-290127 p\_a).

### Библиографический список

1. База данных «Флора сосудистых растений Центральной России» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.impb.ru/eco/index.php?l=ru>.
2. Беляева, Н. В. Влияние выборочных рубок на развитие нижних ярусов растительности / Н. В. Беляева, А. В. Грязькин, И. А. Кази // Лесной вестник. – 2012. – № 3. – С. 34-41.
3. Изменение структуры напочвенного покрова в экотонном комплексе «лес - опушка - вырубка» в условиях ельника черничного через 10 лет после рубки / Н. В. Геникова, Е. В. Торопова, А. М. Крышень, В. Н. Мамонтов // Труды Карельского научного центра РАН. – 2018. – № 10. – С. 12-26.
4. Данилик, В. Н. Динамика живого напочвенного покрова при различных способах рубок в горных темнохвойных лесах Среднего Урала / В. Н. Данилик, Р. П. Исаева // Леса России и хозяйства в них: сб. науч. тр. – Свердловск, 1969. – Вып. 3. – С. 22-29.
5. Декатов, Н. Е. Мероприятия по возобновлению леса при механизированных лесозаготовках / Н. Е. Декатов. – М.: Гослесбумиздат, 1961. – 278 с.
6. Высокотравные таежные леса на востоке европейской части России [Текст] / Л. Б. Заугольнова [и др.] // Растительность России. – 2009. – № 15. – С. 3-26.
7. Влияние длительно-постепенных рубок в смешанных сосновых насаждениях на естественное лесовозобновление, живой напочвенный покров и некоторые свойства верхних горизонтов почвы / А. С. Ильинцев [и др.] // Лесотехнический журнал. – 2017. – № 3. – С. 85-99.
8. Мельников, Е. С. Влияние комплексного ухода за лесом на развитие нижних ярусов растительности сосновых и еловых фитоценозов южной тайги / Е. С. Мельников, Н. В. Беляева, Л. С. Богданова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2006. – Вып. 178. – С. 4-12.

9. Методические подходы к экологической оценке лесного покрова в бассейне малой реки / отв. ред. Л. В. Заугольнова, Т. Ю. Браславская. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 383 с.
10. Перечень лесорастительных зон Российской Федерации и перечень лесных районов Российской Федерации [Электронный ресурс] : Приказ Минприроды России от 18.08.2014 № 367. – Режим доступа: <http://rosleshoz.gov.ru/> (дата обращения 30.12.2018).
11. Руководство по сохранению орхидей при заготовке древесины в Архангельской области / Е. А. Рай [и др.]. – Архангельск, Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2017. – 164 с.
12. Секретарева, Н. А. Сосудистые растения Российской Арктики и сопредельных территорий / Н. А. Секретарева. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 131 с.
13. Уланова, Н. Г. Восстановительная динамика растительности сплошных вырубок и массовых ветровалов в ельниках южной тайги (на примере европейской части России): автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.05 / Н. Г. Уланова. – Москва, 2006. – 47 с.
14. Флора северо-востока европейской части СССР: в 4-х т. / под ред. А. И. Толмачева. – Л. : Наука. – Т. 1. – 1974. – 275 с.; Т. 2. – 1976. – 316 с.; Т. 3. – 1976. – 293 с.; Т. 4. – 1977. – 312 с.
15. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С. К. Черепанов. – СПб. : Мир и семья, 1995. – 992 с.
16. Шмидт, В. М. Флора Архангельской области / В. М. Шмидт. – СПб., 2005. – 346 с.
17. Deal, B. R. The effects of partial cutting on stand structure and growth of western hemlock-Sitka spruce stands in southeast Alaska / B. R. Deal, J. C. Tappeiner // *Forest Ecology and Management*. – Vol. 159. – no. 3. – P. 173-186.
18. Middle-term changes in topsoils properties on skidding trails and cutting strips after long-gradual cutting: a case study in the boreal forest of the north-east of Russia / A. Ilintsev [et al.] // *Croatian Journal of Forest Engineering*. – 2018. – Vol. 39. – No 1. – P. 71-83.
19. Johnson, S. Low levers of tree retention do not mitigate the effects of clearcutting on ground vegetation dynamics / S. Johnson, J. Strengbom, J. Kouki // *Forest Ecology and Management*. – 2014. – Vol. 330. – P. 67-74.
20. Edge effects confirmed at the clear-cut area of Korean red pine forest in Uljin, Eastern Korea / S. H. Jung [et al.] // *Journal of Ecology and Environment*. – 2017. – Vol. 41. – No. 1. – P. 36-41.
21. Marozas, V. Early succession of ground vegetation after clear-cuttings in spruce forests in a boreonemoral zone, Lithuania / V. Marozas // *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. – 2005. – Vol. 2. – P. 127-136.
22. Variation in environmental conditions, understorey species number, abundance and composition among natural and managed *Picea abies* forest stands / T. Okland, K. Rydgren, R. H. Okland, K. O. Storaunet, J. Rolstad // *Forest Ecology and Management*. – 2003. – Vol. 177. – P. 17-37.
23. Zenner, E. K. Influence of skidder traffic and canopy removal intensities on the ground flora in a clearcut-with-reserves northern hardwood stand in Minnesota, USA / E. K. Zenner, A. L. Berger // *Forest Ecology and Management*. – 2008. – Vol. 256. – No. 10. – P. 1785-1794.
24. Riparian vegetation response to gradients in residual basal area with harvesting treatment and distance to stream / E. K. Zenner [et al.] // *Forest Ecology and Management*. – 2012. – Vol. 283. – P. 66-76.

### References

1. *Baza dannyh «Flora sosudistyh rastenij Central'noj Rossii»* [Database «Flora of vascular plants in the Central European Russia»]. Available at: <http://www.impb.ru/eco/index.php> (accessed 01 February 2019).
2. Belyaeva N. V., Gryaz'kin A. V., Kazi I. A. *Vliyaniye vyborochnykh rubok na razvitiye nizhnih yarusov rastitel'nosti* [Impact of selective cutting on the development of the lower layers of vegetation]. *Lesnoj vestnik* [Forestry Bulletin]. 2012, no. 3, pp. 34-41. (in Russian)
3. Genikova N. V., Toropova E. V., Kryshen' A. M., Mamontov V. N. *Izmeneniye struktury napochvennogo pokrova v ehkotonnom komplekse «les – opushka – vyrubka» v usloviyah el'nika chernichnogo cherez 10 let posle rubki*

[Changes in the ground cover structure in the “forest – forest edge – cutover” ecotone in a bilberry spruce stand ten years after logging]. *Trudy Karelskogo nauchnogo centra RAN* [Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences]. 2018, no. 10, pp. 12-26. (in Russian)

4. Danilik V. N., Isaeva R. P. *Dinamika zhivogo napochvennogo pokrova pri razlichnyh sposobah rubok v gornyh temnohojnyh lesah Srednego Urala* [Dynamics of living ground cover under different methods of felling in the mountain dark coniferous forests of the Middle Urals]. *Lesa Rossii i hozyajstva v nih: sbornik nauchnyh trudov* [Russian forests and their farms: collection of scientific works]. Sverdlovsk, 1969, iss. 3, pp. 22-29. (in Russian)

5. Dekatov N. E. *Meropriyatiya po vozobnovleniyu lesa pri mekhanizirovannyh lesozagotovkah* [Measures for forest renewal in mechanized logging]. Moscow: Goslesbumizdat Publ., 1963, 278 p. (in Russian)

6. Zaugol'nova L. B., Smirnova O. V., Braslavskaya T. YU., Degteva S. V., Prokazina T. S., Lugovaya D. L. *Vysokotravnnye taezhnye lesa na vostokeyevropejskoj chasti Rossii* [Tall herb boreal forests of east of European Russia]. *Rastitel'nost' Rossii* [Vegetation of Russia]. St. Petersburg, 2009. No. 15, pp. 3-26. (in Russian)

7. Il'incev A. S., Tret'yakov S. V., Nakvasina E. N., Alejnikov A. A., Amosova I. B., Bogdanov A. P. *Vliyanie dlitel'no-postepennyh rubok v smeshannyh sosnovykh nasazhdeniyah na estestvennoe lesovozobnovlenie, zhivoj napochvennyj pokrov i nekotorye svoystva verhnih gorizontov pochvy* [The effect of long-gradual cuttings on natural regeneration, living ground cover and some properties of the topsoil in mixed forest stands]. *Lesotekhnicheskij zhurnal* [Forestry engineering journal], 2017, no. 3, pp. 85-99. (in Russian)

8. Mel'nikov E. S., Belyaeva N. V., Bogdanova L. S. *Vliyanie kompleksnogo uhoda za lesom na razvitie nizhnih yarusov rastitel'nosti sosnovykh i elovykh fitocenzov yuzhnoj tajgi* [The effect of long-gradual cuttings on natural regeneration, living ground cover and some properties of the topsoil in mixed forest stands]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii* [Izvestia Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii], 2006, iss. 178, pp. 4-12. (in Russian)

9. *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]. Ed. by Zaugol'nova L. V., Braslavskaya T. Yu. Moscow, 2010, 383 p. (in Russian).

10. *Perechen' lesorastitel'nyh zon Rossijskoj Federacii i perechen' lesnyh rajonov Rossijskoj Federacii* [Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation on August 18, 2014, no. 367 “List of Forest Plant Zones of the Russian Federation and the List of Forest Regions of the Russian Federation”]. Available at: <http://rosleshoz.gov.ru/> (accessed 30.12.2018). (in Russian).

11. Raj E. A., Burova N. V., Amosova I. B., Parinova T. A., Puchnina L. V., Sidorova O. V. *Rukovodstvo po sohranenyu orhidej pri zagotovke drevesiny v Arhangel'skoj oblasti* [Guidelines for the conservation of orchids in wood harvesting in the Arkhangelsk region]. Arkhangelsk, WWF Publ., 2004, 131 p. (in Russian)

12. Sekretareva N. A. *Sosudistye rasteniya Rossijskoj Arktiki i sopredel'nyh territorij* [Vascular plants of Russian Arctic and adjacent territories]. Moscow, 2004, 131 p. (in Russian)

13. Ulanova, N. G. *Vosstanovitel'naya dinamika rastitel'nosti sploshnyh vyrubok i massovyh vetrovalov v el'nikah yuzhnoj tajgi (na primere evropejskoj chasti Rossii)*. Atofef. ... dokt. biol. nauk [Restorative dynamics of vegetation on clearing cuttings and mass windfalls in spruce forests of the southern taiga (on the example of the European part of Russia). Abstract ... Doc. Biol. Sci.]. Moscow, 2006. 47 p. (in Russian)

14. *Flora severo-vostoka evropejskoj chasti SSSR: v 4-h tomah* [Flora of the North-East of the European part of the USSR: in 4 volumes]. Ed. by A. I. Tolmacheva. Leningrad, Nauka Publ. Vol. 1. 1974. 275 p., Vol. 2. 1976. 316 p., Vol. 3. 1976. 293 p., Vol. 4. 1977. 312 p. (in Russian)

15. Cherepanov S. K. *Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nyh gosudarstv (v predelah byvshego SSSR)* [Vascular plants of Russia and neighboring countries (within the former USSR)]. St. Petersburg, Peace and family Publ., 1995, 992 p. (in Russian).

16. Shmidt V. M. *Flora Arhangel'skoj oblasti* [Flora of the Arkhangelsk region]. St. Petersburg, St. Petersburg University Publ., 2005, 346 p. (In Russian).

17. Deal B. R., Tappeiner J. C. The effects of partial cutting on stand structure and growth of western hemlock-Sitka spruce stands in southeast Alaska. *Forest Ecology and Management*. Vol. 159. no. 3. pp. 173-186.
18. Ilintsev A., Nakvasina E., Aleynikov A., Tretyakov S., Koptev S., Bogdanov A. Middle-term changes in topsoils properties on skidding trails and cutting strips after long-gradual cutting: a case study in the boreal forest of the north-east of Russia. *Croatian Journal of Forest Engineering*. 2018. Vol. 39. no. 1. pp. 71-83.
19. Johnson S., Strengbom J., Kouki J. Low levels of tree retention do not mitigate the effects of clearcutting on ground vegetation dynamics. *Forest Ecology and Management*. 2014. Vol. 330. pp. 67-74.
20. Jung S. H., Lim C. H., Kim A. R., Woo D. M., Kwon H. J., Cho Y. C., Lee C. S. Edge effects confirmed at the clear-cut area of Korean red pine forest in Uljin, eastern Korea. *Journal of Ecology and Environment*. 2017. Vol. 41. no. 1. pp. 41-36.
21. Marozas V. Early succession of ground vegetation after clear-cuttings in spruce forests in a boreonemoral zone, Lithuania. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. 2005. Vol. 2. pp. 127-136.
22. Okland T. Rydgren K., Okland R.H., Storaunet K.O., Rolstad J. Variation in environmental conditions, understorey species number, abundance and composition among natural and managed *Picea abies* forest stands. *Forest Ecology and Management*. 2003. Vol. 177. pp. 17-37.
23. Zenner E. K., Berger A. L. Influence of skidder traffic and canopy removal intensities on the ground flora in a clearcut-with-reserves northern hardwood stand in Minnesota, USA. *Forest Ecology and Management*. 2008. Vol. 256. no. 10. pp. 1785-1794.
24. Zenner E. K., Olszewski S. L., Palik B. J., Kastendick D. N., Peck J. L. E., Blinn C. R. Riparian vegetation response to gradients in residual basal area with harvesting treatment and distance to stream. *Forest Ecology and Management*. 2012. Vol. 283. pp. 66-76.

### Сведения об авторах

*Ильинцев Алексей Сергеевич* – научный сотрудник ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», кандидат сельскохозяйственных наук; старший преподаватель кафедры лесоводства и лесоустройства ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», г. Архангельск, Российская Федерация; e-mail: ilintsev666@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.amosova@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: svt@atknet.ru.

### Information about authors

*Ilintsev Aleksey Sergeevich* – Researcher of Federal Budget Institution Northern Research Institute of Forestry, PhD (Agriculture); Senior Lecturer of the Department of Silviculture and Forest Inventory, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Northern (Arctic) Federal University named M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russian Federation; e-mail: ilintsev666@yandex.ru.

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

*Tretyakov Sergey Vasilyevich* – Professor of the Department of Silviculture and Forest Inventory, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Northern (Arctic) Federal University named M.V. Lomonosov, DSc (Agriculture), Associate Professor, Arkhangelsk, Russian Federation; e-mail: svt@atknet.ru.