

**ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ,
ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ / FORESTRY, FORESTRY, FOREST CROPS, AGROFORESTRY,
LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION**

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.49.7>

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ НИЖНИХ ЯРУСОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ
ПОСЛЕ РУБОК УХОДА**

Научная статья

Торбик Д.Н.^{1,*}, Сурина Е.А.²

¹ ORCID : 0000-0002-2480-9280;

² ORCID : 0000-0002-8159-8977;

^{1,2} Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Архангельск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (dn.torbik[at]mail.ru)

Аннотация

Подрост и напочвенный покров являются основными структурными элементами любого древостоя разных типов лесов. Анализ изучения характера и развития нижних ярусов растительности на лесных участках, пройденных рубками, имеет основополагающее значение для изучения процесса и прогноза восстановления лесного биогеоценоза, повышение устойчивости и продуктивности лесов.

В статье приведены результаты изучения влияния рубок обновления и проходных рубок на компоненты нижних ярусов лесных биогеоценозов. Установлен характер и тип формирования живого напочвенного покрова и лесовосстановления на лесных участках, пройденных рубками. Отмечено повышение количества видов растений на открытых участках лесосек (на 4-9 шт.), но и одновременно прослеживается снижение проективного покрытия в 1,2 раза. На участках преимущественно преобладают типичные для данных условий произрастания лесные виды, однако общее число видов и величина проективного покрытия ярусов изменяются в зависимости от удаления от открытых участков вырубок. Отличия структуры напочвенного покрова сглаживаются с увеличением времени после рубки. По результатам проведенных исследований установлены корреляционные зависимости по показателям для оценки лесовосстановления.

Ключевые слова: рубки ухода, напочвенный покров, возобновление.

**PATTERNS OF CHANGE IN THE LOWER LEVELS OF VEGETATION OF FOREST COMMUNITIES AFTER
THINNING OPERATIONS**

Research article

Torbik D.N.^{1,*}, Surina Y.A.²

¹ ORCID : 0000-0002-2480-9280;

² ORCID : 0000-0002-8159-8977;

^{1,2} Northern Research Institute of Forestry, Arkhangelsk, Russian Federation

* Corresponding author (dn.torbik[at]mail.ru)

Abstract

Undergrowth and ground cover are the main structural elements of any stand of different forest types. The analysis of the character and development of lower layers of vegetation in forest areas cut is of fundamental importance for studying the process and forecasting the restoration of forest biogeocenosis, increasing the sustainability and productivity of forests.

The article presents the results of the study of the impact of regeneration and intermediate cutting on the components of the lower tiers of forest biogeocenoses. The nature and type of the formation of living ground cover and reforestation in the forest areas affected by felling have been established. An increase in the number of plant species in the open areas of harvesting areas (by 4-9 pcs.) was noted, but at the same time a 1.2-fold decrease in projective cover was observed. Forest species typical for the given growing conditions predominate in the plots, but the total number of species and the value of the projective cover of the tiers change depending on the distance from the open areas of clearcuts. Differences in the structure of the ground cover smooth out with increasing time after harvesting. Based on the results of the conducted research, correlations were established between the indicators for evaluating reforestation.

Keywords: thinning operations, ground cover, restoration.

Введение

Рассматриваемые нами северные бореальные леса отличаются от других разнообразной ландшафтной структурой, динамикой и возрастным распределением лесов, обусловленным условиями произрастания, историческими и антропогенными факторами. В связи с интенсификацией лесопользования, а в некоторых районах и с усилением различных нарушений, структура бореальных лесов существенно изменилась, в результате чего доля спелых и перестойных лесов сократилась, а участие молодняка, сформировавшегося после рубок и естественных нарушений, – возросло. По всей вероятности, с потеплением климата и увеличением антропогенной нагрузки на лесные экосистемы, эта тенденция будет усиливаться. Сохранение биоразнообразия бореальных лесов и их устойчивого непрерывного функционирования, а также поддержания многочисленных услуг, предоставляемых обществу этим лесным биомом, крайне важно. Рубки, непосредственно воздействуя на фитоценоз, существенно влияют на лесной биогеоценоз в

целом. Возможность выявить закономерности изменения внутривидовой перестройки лесных экосистем в зависимости от технологии рубки и породного состава древостоя позволяет получить полную и точную информацию, необходимую для анализа и будущего прогноза последствий от лесохозяйственных мероприятий, включая этапы формирования лесных насаждений [8], [10], [11], [13].

Методы и принципы исследования

Целью нашей работы было изучение воздействия рубок обновления и проходных рубок на состояние нижних ярусов растительности. Объекты исследований расположены в Архангельской области (северо-таежный лесной район европейской части РФ) – разновозрастные, низкобонитетные, среднеполнотные ельники черничные, в которых были выполнены рубки ухода (проходные и обновления) 5 или 35 лет назад (один приём). Ширина технологических волоков от 4 до 5 м, пасек – от 30 до 40 м.

Для изучения напочвенного покрова и лесовосстановления на делянках параллельно волокам намечались линии шириной 1 м, на которых через равные расстояния были заложены учётные площади размером по 2 м² для пересчёта подроста (в 4-х повторностях) и по 1 м² для описания и характеристики структуры напочвенного покрова (по 15 площадок на каждой линии) [3], [6].

Основные результаты

Любое вмешательство заметно влияет на все компоненты лесного биогеоценоза, включая формирование породного состава древостоя, прорастание семян, формирование и развитие всходов и др. [2]. Изменение условий окружающей среды (освещённости, влажности, температуры почвы и воздуха) может существенно отразиться на смене пород, напочвенного покрова, подлеска, молодого поколения под пологом, а также на морфологических и биологических особенностях растений [4]. На волоках и пасаках структура напочвенного покрова заметно различается [1], [5]. В напочвенном покрове на объектах исследования выявлено 50 видов растений и лишайников. Преимущественно это типичные лесные виды: черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.) и брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), майник двулистный (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W.Schmidt.), марьянник лесной (*Melampyrum sylvaticum* L.), седмичник европейский (*Trientalis europaea* L.), золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L.), линнея северная (*Linnaea borealis* L.), гиелокомиум блестящий (*Hylocomium splendens* (Hedw.) B. S. G.), плеурозиум Шребера (*Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) и т.д.

На открытых участках лесосек наблюдается увеличение числа видов растений (на 4-9 шт.) и понижение величины проективного покрытия трав и кустарничков в 1,2 раза, а мхов и лишайников до 2 раз (табл.1).

Таблица 1 - Количество видов и проективное покрытие напочвенного покрова

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.49.7.1>

Показатель	Ярус		Участок лесосеки						
			волок		пасака				
			край	центр	2 м	4 м	8 м	12 м	центр
Кол-во видов, шт.	Тр.-куст.	5-летняя вырубка	25	24	16	18	12	14	10
		35-летняя вырубка	22	18	19	20	16	13	14
	Мох.-лиш.	5-летняя вырубка	14	10	11	12	11	8	8
		35-летняя вырубка	10	9	11	13	10	11	10
Проективное покрытие, %	Тр.-куст.	5-летняя вырубка	71	59	73	88	81	92	85
		35-летняя вырубка	64	63	83	79	81	76	73
	Мох.-лиш.	5-летняя	51	43	84	86	95	95	98

		вырубк а							
		35- летняя вырубк а	80	53	91	89	89	83	87

На участках, не тронутых рубкой, преимущественно преобладают обычные лесные виды, но общее количество видов и проективное покрытие ярусов изменяются по площадям делянок. Отличия структуры напочвенного покрова сглаживаются с увеличением времени, прошедшим после рубки.

Условия внешней среды, меняющиеся со временем после проведения рубок, и изменения структуры напочвенного покрова существенно влияют и на процесс естественного восстановления. Молодое поколение на объектах исследования преимущественно представлено елью, берёзой и осиной (рис. 1, 2). На 35-летних вырубках изредка можно встретить небольшое количество соснового подростка.

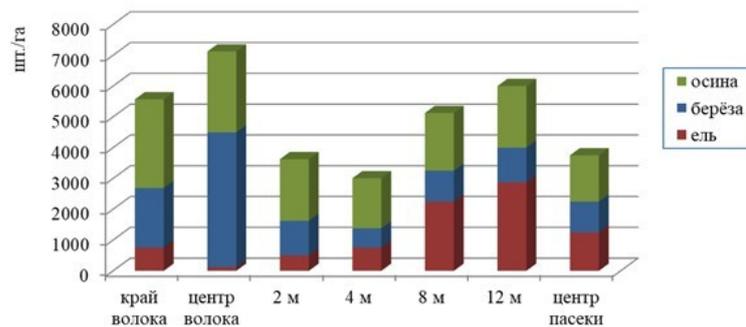


Рисунок 1 - Подрост на 5-летней вырубке
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.49.7.2>

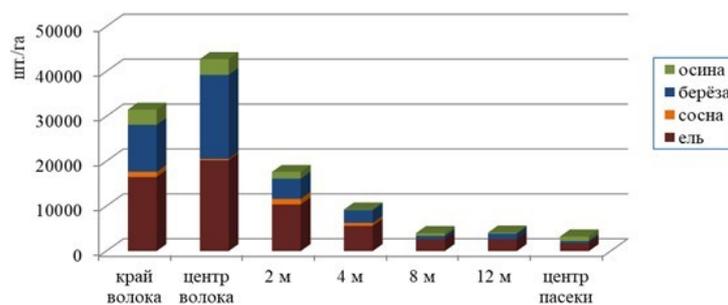


Рисунок 2 - Подрост на 35-летней вырубке
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.49.7.3>

В течение нескольких лет после проведённых рубок наблюдаются особые условия для роста и развития подростка лиственных пород, таких как берёза и осина. Численность лиственного подростка на открытых участках 5-летних вырубок превышает в 12 раз, а под древесным пологом – в 2 раза еловый подрост.

Лиственные породы, в частности берёза, в течение нескольких первых лет после рубки, улучшают почвенные и гидрологические условия, происходит постепенное разболачивание и формируется органическое вещество почвы. Все эти процессы способствуют созданию условий, подходящих для возобновления основной лесообразующей породы и росту, развитию ели под пологом лиственных пород [9]. Через некоторое время хвойные породы постепенно вытесняют ранние сукцессионные виды. По полученным нами данным через 35 лет после вырубки количество подростка ели и сосны увеличивается почти в 9 раз и составляет 50-60% от общего количества подростка на соответствующих участках вырубок.

Состав и структура молодого поколения древесных пород под пологом древостоя на пасеках существенно меняется с течением времени. На 5-летних вырубках при удалении от открытых участков количество осины и берёзы

подроста уменьшается ($r = -0,370 \pm 0,174$, $t\phi = 3,20 > t_{st} = 2,85$ при $P = 0,999$, а $\eta = 0,65 \pm 0,152$, $t\phi = 6,18 > t_{st} = 3,85$ при $P=0,999$), а ели, наоборот, увеличивается ($r = 0,730 \pm 0,148$, $t\phi = 11,20 > t_{st} = 3,85$ при $P = 0,999$, а $\eta = 0,84 \pm 0,131$, $t\phi = 16,17 > t_{st} = 3,85$ при $P=0,999$). Выявленные зависимости можно выразить уравнениями $y = 2574,9 + 676,8/x$ (для лиственных) и $y = 2445,18 - 4275,7/x$ (для хвойных).

На 35-летних вырубках большую долю от численности подроста на пасаках составляет подрост ели – 54-66%. Доля лиственного подроста сокращается до 37%. С увеличением расстояния от границы пасека-волока количество елового подроста сильно сокращается ($r = -0,792 \pm 0,111$, $t\phi = 8,13 > t_{st} = 3,85$ при $P=0,999$, а $\eta = 0,85 \pm 0,072$, $t\phi = 16,18 > t_{st} = 3,85$ при $P = 0,999$). Количество подроста берёзы и осины также уменьшается ($r = -0,692 \pm 0,153$, $t\phi = 5,28 > t_{st} = 3,85$ при $P = 0,999$, а $\eta = 0,74 \pm 0,121$, $t\phi = 7,27 > t_{st} = 3,85$ при $P = 0,999$). Зависимости численности елового и лиственного подроста от расстояния от волока выражаются уравнениями $y = 774,2 + 21153,1/x$ и $y = 1379,6 + 8805,1/x$ соответственно.

По данным распределения подроста по категориям крупности и состоянию было выявлено, что со временем участие подроста лиственных пород крупной и средней категории, как и мелкого и среднего подроста ели увеличивается (рис. 3, 4). Кроме того становится выше количество жизнеспособного подроста как хвойных, так и лиственных пород (рис. 5, 6).

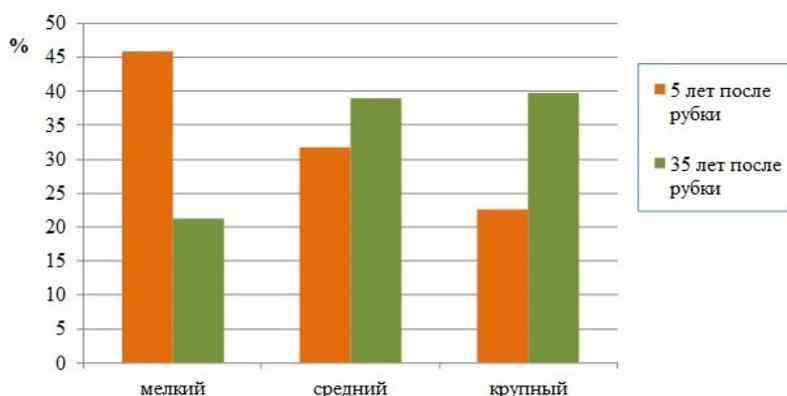


Рисунок 3 - Категории крупности подроста лиственных пород
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.49.7.4>

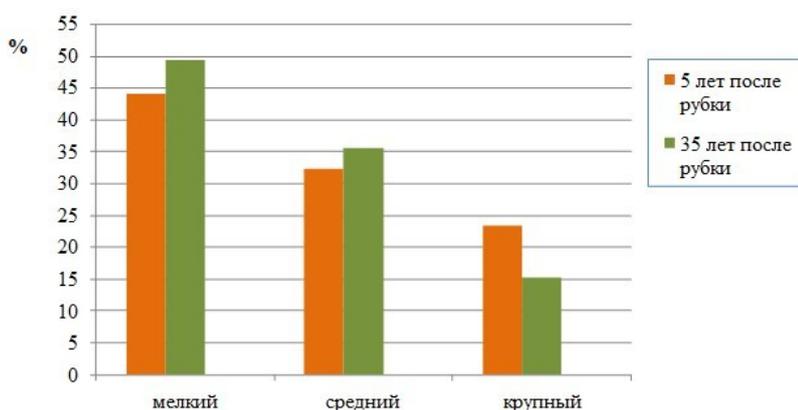


Рисунок 4 - Категории крупности подроста ели
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.49.7.5>

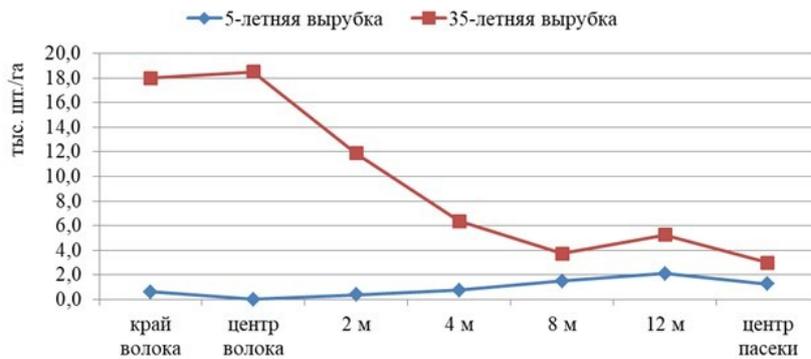


Рисунок 5 - Густота жизнеспособного подроста хвойных пород
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.49.7.6>

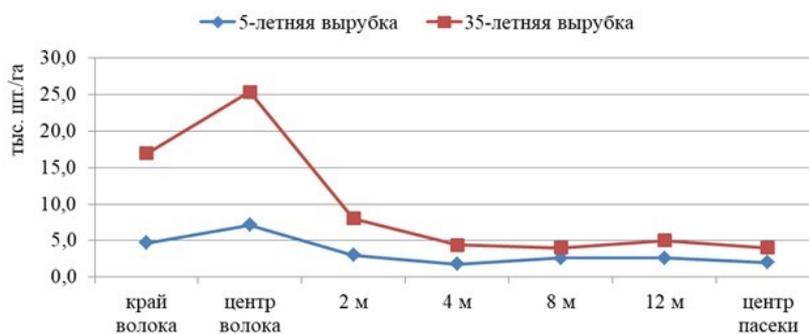


Рисунок 6 - Густота жизнеспособного подроста лиственных пород
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.49.7.7>

В соответствии с Правилами лесовосстановления [7] естественное возобновление на большей части обследованных участков 5-летних делянок неудовлетворительное. На открытых участках, участках древостоя вдоль коридоров количество подроста недостаточно для успешного восстановления, поэтому здесь целесообразно проводить мероприятия по содействию естественному восстановлению путем минерализации почвы. Лишь на расстоянии 8 м и далее от волока на участках ненарушенного древостоя естественное возобновление можно считать удовлетворительным. На объектах, пройденных рубками 35 лет назад, на всех изученных нами площадях лесовосстановление можно считать удовлетворительным.

Заключение

Установлены явные тенденции изменения структуры нижних ярусов растительности после рубок ухода. На лесных участках открытых пространств и расположенных вблизи них участках древостоя расширяется спектр биоразнообразия и усложняется структура нижних ярусов растительности. Рубка деревьев в коридорах ослабляет конкуренцию между видами и тем самым создаёт оптимальные условия для роста и развития подроста. Однако успешное возобновление хвойного подроста отмечено только на площадях 35-летних давности рубок. На обследованных 5-летних участках после рубок подрост представлен в основном лиственными породами, а лесовозобновление хвойными породами неудовлетворительное. В первые годы после рубки рекомендуется провести мероприятия по содействию естественному возобновлению.

Финансирование

Работа проведена по результатам исследований, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных исследований. Регистрационный номер темы: 123032700030-9.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

The work was carried out based on the results of research carried out within the framework of the state assignment of the Federal State Budgetary Institution "SevNIILH" for conducting applied research. The registration number of the topic is 123032700030-9.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

- Амосова И.Б. Эколого-биологический анализ живого напочвенного покрова в ельниках черничных пройденных двухприемными рубками ухода / И.Б. Амосова, А.С. Ильинцев // Растительный покров Европейского Севера и Арктики: XIV Перфильевские научные чтения, посвященные 140-летию со дня рождения Ивана Александровича Перфильева. Сборник материалов Межрегиональной научной конференции / Сост. Т.А. Парина. — Архангельск, 2022. — С. 180–188.
- Астрологова Л.Е. Типы вырубок и лесовозобновление древесных пород / Л.Е. Астрологова. — Архангельск: Изд-во АГТУ, 2002. — 96 с.
- Баккал И.Ю. Исследование лесных сообществ / И.Ю. Баккал, В.В. Горшков, И.Т. Кищенко [и др.] // Методы полевых и лабораторных исследований растений и растительного покрова. Сборник статей. — Петрозаводск, 2001. — 319 с.
- Бачурина С.В. Влияние рубок обновления в сосняках на видовой состав и надземную фитомассу живого напочвенного покрова / С.В. Бачурина, С.В. Залесов, Е.П. Платонов // Аграрный вестник Урала. — Екатеринбург: Урал. гос. аграрн. ун-т., 2016. — № 1 (143). — С. 54–58.
- Ильинцев А.С. Эколого-биологический анализ влияния различных видов рубок на структуру травяно-кустарничкового яруса черничных типов леса / А.С. Ильинцев, И.Б. Амосова, С.В. Третьяков // Лесотехнический журнал. — 2019. — Т. 9. — № 1 (33). — С. 31–43. — DOI: 10.12737/article_5c92016c7c7264.61401393.
- Карпачевский Л.О. Почвенно-биогеоценотические исследования в лесных биогеоценозах / Л.О. Карпачевский [и др.]. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. — 160 с.
- Российская Федерация. Приказы. Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления : приказ : [утверждены Приказом Министерства природных ресурсов и экологии от 29.12.2021 г.]. — № 1024. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/728111110> (дата обращения: 05.05.2022).
- Сурина Е.А. Эффективность рубок ухода в лиственно-еловых насаждениях в северной подзоне европейской части России / Е.А. Сурина, Н.С. Минин // Изв. вузов. Лесн. журн. — 2023. — № 5. — С. 103–114. — DOI: 10.37482/0536-1036-2023-5-103-114.
- Цветков В.Ф. Проблемы лесовозобновления на европейском севере России. Лесные ресурсы таежной зоны России: проблемы лесопользования и лесовосстановления / В.Ф. Цветков // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. — Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. — С. 153–156.
- Цветков В.Ф. Потенциал лесовозобновления на вырубках Европейского Севера России / В.Ф. Цветков // Лесоведение. — 2010. — № 3. — С. 3–14.
- Grigoreva O. Comparative analysis of thinning techniques in pine forests / O. Grigoreva, E. Runova, V. Savchenkova [et al.] // J. For. Res. — 2022. — № 33. — P. 1145–1156.
- Marchi E. Sustainable Forest Operations (SFO): A new paradigm in a changing world and climate / E. Marchi, W. Chung, R. Visser [et al.] // Science of the Total Environment. — 2018. — Vol. 634. — P. 1385–1397.
- Simon D.C. Modelling the influence of thinning intensity and frequency on the future provision of ecosystem services in Mediterranean mountain pine forests / D.C. Simon, A. Ameztegui // European Journal of Forest Research. — 2023. — P. 521–535.

Список литературы на английском языке / References in English

- Amosova I.B. Jekologo-biologicheskij analiz zhivogo napochvennogo pokrova v el'nikah chernichnyh projdennyh dvuhpriemnymi rubkami uhoda [Ecological and biological analysis of living ground cover in bilberry spruce forests passed by two-acceptance thinning] / I.B. Amosova, A.S. Il'incev // Rastitel'nyj pokrov Evropejskogo Severa i Arktiki: XIV Perfil'evskie nauchnye chtenija, posvjashhennye 140-letiju so dnja rozhdenija Ivana Aleksandrovicha Perfil'eva. Sbornik materialov Mezhhregional'noj nauchnoj konferencii [Vegetation cover of the European North and the Arctic: XIV Perfiliev Scientific Readings dedicated to the 140th anniversary of Ivan Alexandrovich Perfiliev. Collection of materials of the Interregional Scientific Conference] / Comp. T.A. Parinova. — Arkhangelsk, 2022. — P. 180–188. [in Russian]
- Astrologova L.E. Tipy vyrubok i lesovozobnovlenie drevesnyh porod [Types of cuttings and regeneration of tree species] / L.E. Astrologova. — Arkhangelsk: Publishing House ASTU, 2002. — 96 p. [in Russian]

3. Bakkal I.Ju. Issledovanie lesnyh soobshhestv [Study of forest communities] / I.Ju. Bakkal, V.V. Gorshkov, I.T. Kishhenko [et al.] // *Metody polevyh i laboratornyh issledovanij rastenij i rastitel'nogo pokrova. Sbornik statej* [Methods of field and laboratory studies of plants and vegetation cover. Collection of articles]. — Petrozavodsk, 2001. — 319 p. [in Russian]
4. Bachurina S.V. Vlijanie rubok obnovlenija v sosnjakah na vidovoj sostav i nadzemnuju fitomassu zhivogo napochvennogo pokrova [Influence of renovation cuttings in pine forests on species composition and aboveground phytomass of living ground cover] / S.V. Bachurina, S.V. Zalesov, E.P. Platonov // *Agrarnyj vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals]. — Yekaterinburg: Ural State Agrarian Univ., 2016. — № 1 (143). — P. 54–58. [in Russian]
5. Il'incev A.S. Jekologo-biologicheskij analiz vlijaniya razlichnyh vidov rubok na strukturu travjano-kustarnichkovogo jarusa chernichnyh tipov lesa [Ecological and biological analysis of the effect of different types of logging on the structure of the herbaceous-shrubby layer of blueberry forest types] / A.S. Il'incev, I.B. Amosova, S.V. Tret'jakov // *Lesotekhnicheskij zhurnal* [Forest Engineering Journal]. — 2019. — Vol. 9. — № 1 (33). — P. 31–43. — DOI: 10.12737/article_5c92016c7c7264.61401393. [in Russian]
6. Karpachevskij L.O. Pochvenno-biogeocenoticheskie issledovanija v lesnyh biogeocenoazah [Soil-biogeocenotic studies in forest biogeocenoses] / L.O. Karpachevskij [et al.]. — M.: Moscow: Publishing house of Moscow University, 1980. — 160 p. [in Russian]
7. Rossijskaja Federacija. Prikazy. Ob utverzhdenii Pravil lesovosstanovlenija, formy, sostava, porjadka soglasovanija proekta lesovosstanovlenija, osnovanij dlja otkaza v ego soglasovanii, a takzhe trebovanij k formatu v jelektronnoj forme proekta lesovosstanovlenija [Russian Federation. Orders. On approval of the Rules of reforestation, form, composition, procedure for approval of the reforestation project, grounds for refusal of its approval, as well as requirements for the format in electronic form of the reforestation project]: order: [approved by the Order of the Ministry of Natural Resources and Environment of 29.12.2021]. — № 1024. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/728111110> (accessed: 05.05.2022). [in Russian]
8. Surina E.A. Jeffektivnost' rubok uhoda v listvenno-elovyh nasazhdenijah v severnoj podzone evropejskoj chasti Rossii [Effectiveness of thinning in deciduous spruce and spruce stands in the northern subzone of the European part of Russia] / E.A. Surina, N.S. Minin // *Izv. vuzov. Lesn. zhurn.* [Proceedings of universities. Forestry Journal] — 2023. — № 5. — P. 103–114. — DOI: 10.37482/0536-1036-2023-5-103-114. [in Russian]
9. Cvetkov V.F. Problemy lesovozobnovlenija na evropejskom severe Rossii. Lesnye resursy taezhnoj zony Rossii: problemy lesopol'zovanija i lesovosstanovlenija [Problems of reforestation in the European North of Russia. Forest resources of the taiga zone of Russia: problems of forest management and reforestation] / V.F. Cvetkov // *Materialy Vserossijskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* [Proceedings of the All-Russian Scientific Conference with international participation]. — Petrozavodsk: KarSC RAS, 2009. — P. 153–156. [in Russian]
10. Cvetkov V.F. Potencial lesovozobnovlenija na vyrubkah Evropejskogo Severa Rossii [Potential of reforestation on clearcuts in the European North of Russia] / V.F. Cvetkov // *Lesovedenie* [Forest Science]. — 2010. — № 3. — P. 3–14. [in Russian]
11. Grigoreva O. Comparative analysis of thinning techniques in pine forests / O. Grigoreva, E. Runova, V. Savchenkova [et al.] // *J. For. Res.* — 2022. — № 33. — P. 1145–1156.
12. Marchi E. Sustainable Forest Operations (SFO): A new paradigm in a changing world and climate / E. Marchi, W. Chung, R. Visser [et al.] // *Science of the Total Environment*. — 2018. — Vol. 634. — P. 1385–1397.
13. Simon D.C. Modelling the influence of thinning intensity and frequency on the future provision of ecosystem services in Mediterranean mountain pine forests / D.C. Simon, A. Ameztegui // *European Journal of Forest Research*. — 2023. — P. 521–535.