

**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.2026.66.11>

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРОЕНИЯ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ВТОРИЧНЫХ ГЕНЕРАЦИЙ ПО
ДИАМЕТРУ В СЕВЕРО-ТАЕЖНОМ РАЙОНЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

Научная статья

Буньков Н.А.¹, Коптев С.В.^{2,*}, Третьяков С.В.³

¹ ORCID : 0009-0006-5216-8843;

² ORCID : 0000-0002-5402-1953;

³ ORCID : 0000-0001-5982-3114;

^{1,2,3} Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Российская Федерация

^{2,3} Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Архангельск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (s.koptev[at]narfu.ru)

Аннотация

В работе приведены результаты изучения закономерностей строения по диаметру сосновых древостоев вторичных генераций, произрастающих в северо-таежном районе Архангельской области. Для проведения исследования использованы материалы пробных площадей государственной инвентаризации лесов, а также пробные площади, заложенные в насаждениях в соответствии с общепринятыми методиками. Объекты находятся в эксплуатационных и защитных лесах и на них проводились рубки ухода в соответствии с лесоводственными требованиями. Целью исследований является оценка строения сосновых древостоев вторичных генераций по таксационному диаметру с учетом влияния системы рубок ухода. Изменения хода роста древостоев в результате воздействия лесохозяйственных мероприятий требуют внесения коррективов в таксационные нормативы. По результатам исследований установлено, что изучаемые лесные экосистемы являются динамичными, развивающимися сообществами, выполняющими свои хозяйственно-экономические функции выращивания востребованных лесоматериалов. Отмечено продолжение дифференциация древесных стволов сосны и формирование насаждения в результате конкуренции и воздействия лесохозяйственных мероприятий. Получены ряды распределения числа деревьев по диаметру в зависимости от среднего диаметра древостоя и их модели. Отмечается левостороннее смещение модального значения для всех рядов распределения числа деревьев по диаметру. Изучение особенностей формирования структуры сосновых насаждений вторичных генераций, произрастающих в северо-таежном районе Архангельской области, позволит разработать рекомендации по повышению устойчивого лесопользования, уточнить нормативы таксации.

Ключевые слова: сосновые древостои, вторичные генерации, рубки ухода, строение по диаметру, ряды распределения, модели.

**PATTERNS IN THE STRUCTURE OF SECONDARY GENERATION PINE STANDS BY DIAMETER IN THE
NORTHERN TAIGA REGION OF ARKHANGELSK OBLAST**

Research article

Bunkov N.A.¹, Koptev S.V.^{2,*}, Tretyakov S.V.³

¹ ORCID : 0009-0006-5216-8843;

² ORCID : 0000-0002-5402-1953;

³ ORCID : 0000-0001-5982-3114;

^{1,2,3} Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russian Federation

^{2,3} Northern Research Institute of Forestry, Arkhangelsk, Russian Federation

* Corresponding author (s.koptev[at]narfu.ru)

Abstract

The work presents the results of a study of the patterns in the diameter composition of secondary generation pine stands growing in the northern taiga region of Arkhangelsk Oblast. The research used data from sample plots of the state forest inventory, as well as sample plots established in plantations in accordance with generally accepted methods. The sites are located in commercial and protective forests and have been subjected to thinning in accordance with forestry requirements. The aim of the research is to evaluate the structure of secondary generation pine stands by taxation diameter, taking into account the influence of the thinning system. Changes in the growth of stands as a result of forestry measures require adjustments to taxation standards. The results of the studies have established that the examined forest ecosystems are dynamic, developing communities that perform their economic functions of growing timber in demand. Continued differentiation of pine tree trunks and the formation of stands as a result of competition and the impact of forestry measures have been noted. Series of distributions of the number of trees by diameter were obtained depending on the average diameter of the stand and their model. There is a leftward shift in the modal value for all series of tree diameter distributions. Studying the characteristics of the structure formation of secondary generation pine stands growing in the northern taiga region of Arkhangelsk Oblast will make it possible to develop recommendations for improving sustainable forest management and refine taxation standards.

Keywords: secondary generation, pine stands, thinning, diameter composition, distribution rows, models.

Введение

Разработка лесоводственно-таксационных нормативов для оценки состояния, роста и структуры северо-таежных насаждений после проведения выборочных рубок, рубок ухода и других хозяйственных мероприятий направлена на повышение интенсификации лесного хозяйства, повышение экономической эффективности ведения лесного хозяйства и лесопользования [6], [14]. Разработка лесоводственно-таксационных нормативов для назначения рубок ухода, оценки состояния и роста производных насаждений после проведения рубок ухода является важной задачей по повышению эффективности управления лесным хозяйством, предусмотренной государственной политикой в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов [10], [12], [15]. Основными нормативами рубок ухода являются: время начала и окончания рубок ухода, их интенсивность и повторяемость. Нормативы устанавливаются с учетом природно-экономических особенностей региона, начальной и целевой характеристик насаждения [1]. В связи с этим вопросы роста деревьев в насаждении, формирования ствола, дифференциации параметров деревьев после проведения рубок ухода в условиях северо-таежного региона становятся особо актуальными и имеют существенные отличия от роста в насаждениях вторичных генераций, сформировавшихся без проведения системы лесохозяйственных мероприятий [4], [7], [8], [13].

Целью исследования является изучение особенностей строения сосняков вторичных генераций по таксационному диаметру в результате проведения рубок ухода различной интенсивности и их последствий в различных лесорастительных условиях для совершенствования нормативов назначения и оценки рубок ухода в Северо-таежном районе Европейской части РФ.

Объекты и методы исследования

Район исследования расположен в северо-таежном лесном районе Архангельской области. Исследования проведены на 15 пробных площадях, заложенных с учетом ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные» [9] в период с 2020 по 2024 гг. в насаждениях сосны, сформировавшихся на вырубках 60-х годов в результате проведения системы рубок ухода. Размеры пробных площадей составили от 0,25 до 0,5 га, в зависимости от изменчивости признака. Исследуемые насаждения были III и IV класса бонитета, с полнотой древостоев $0,8 \pm 0,1$. Также были использованы материалы измерений таксационных диаметров деревьев на пробных площадях государственной инвентаризации лесов (ГИЛ). Всего были использованы материалы 51 пробной площади ГИЛ. На пробных площадях были проведены замеры диаметров всех деревьев сосны и деревьев остальных пород, начиная с таксационного диаметра 2,0 см на высоте 1,3 м от шейки корня с точностью до 0,1 см. Для каждого дерева отмечали категорию IUFRO по тенденции роста. На основе взятия кернов изучена динамика приростов сосны по диаметру. Типы леса — сосняк черничный, брусничный, долгомошный. Лесохозяйственные мероприятия в данных насаждениях проводились в виде рубок ухода прочистки, прореживания, проходные рубки. Выборочные совокупности проверены на нормальность распределения. Средний диаметр сосны в материалах исследований составил $16,2 \pm 2,6$ см с колебаниями от 2,0 до 43,5 см, стандартное отклонение $\pm 7,0$ см. Средний показатель асимметрии выборок составил 0,14, эксцесс — минус 0,30. Уровень надежности составил 0,48–0,87. Колебания возраста сосны на объектах исследования находятся, в основном, в пределах от 30 до 75 лет. Начало формирования разновозрастности не отмечено, т.е. возраст отдельных деревьев на объектах исследования колеблется в пределах одного-двух классов возраста. Деревья старого поколения сосны учитывали отдельно, и они представлены оставленными семенниками в среднем 1,6% от общего количества. Средний таксационный диаметр таких деревьев составил $26,2 \pm 2,1$ см, основное отклонение $\pm 7,6$ см, изменчивость — 30%. Кривые распределения числа деревьев сосны по таксационному диаметру могут рассматриваться как одновершинные. Средний обобщенный состав древостоев — 8С1Б1Е+Ос.

Результаты исследования и их обсуждение

Строение древостоев по диаметру является одним из наиболее важных параметров для выявления закономерностей формирования древостоев, назначения лесохозяйственных мероприятий [2], [3], [11].

На основании данных пересчетов деревьев на пробных площадях получены ряды распределения числа растущих и сухостойных деревьев по таксационному диаметру для древостоев разных средних диаметров по ступеням толщины (см. табл. 1, рис. 1).

Таблица 1 - Ряды распределения числа растущих деревьев сосны по ступеням толщины

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.66.11.1>

Ступени толщины, см	Древостои различных средних диаметров, %				
	Средний диаметр 16 см	Средний диаметр 18 см	Средний диаметр 20 см	Средний диаметр 22 см	Средний диаметр 24 см
8	11,0	7,4	4,2	2,2	0,5
12	20,5	15,3	11,0	7,2	4,1
16	28,2	23,4	20,0	16,0	10,0
20	26,2	27,0	26,5	23,6	21,1
24	9,4	18,0	22	24,8	25,0
28	3,0	6,0	11	15,6	20,8
32	1,1	2,1	4,1	7,3	12,8
36	0,5	0,6	1,0	2,8	4,7

Ступени толщины, см	Древостои различных средних диаметров, %				
	Средний диаметр 16 см	Средний диаметр 18 см	Средний диаметр 20 см	Средний диаметр 22 см	Средний диаметр 24 см
40	0,1	0,2	0,2	0,5	1,0

Ряды распределения числа деревьев по диаметру описываются уравнениями 1–5 (см. табл. 2).

Так как варьирование фактического числа деревьев по градациям диаметра достаточно высоко, уравнения аппроксимации рассчитывали по усредненным данным.

Таблица 2 - Уравнения аппроксимации рядов распределения по диаметру числа растущих деревьев сосны

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.66.11.2>

Средний диаметр древостоя, см	Вид уравнения	Показатель точности аппроксимации	m_y	F	N_e
16	$Y=0,293+29,039 \cdot \exp(0,5((X-16,387)/5497^2))$	0,99	1,75	108	1
18	$Y=-0,732+28/171 \cdot 4 \cdot \exp((-X-18,396)/3,964)$		1,25	173	2
20	$Y=-5,188+32,324/(1+((X-20,216)/7,976^2))$		0,79	399	3
22	$Y=(-0,004-0,006 \cdot X+0,0137 \cdot X^2-0,0003 \cdot X^3)/(1-0,149 \cdot X+0,01 \cdot X^2-0,0003 \cdot X^3+4,79 \cdot X^4)$		0,71	188	4



Средний диаметр древостоя, см	Вид уравнения	Показатель точности аппроксимации	m_y	F	№
24	$Y = -0,502 + 25,736 \cdot \exp(-0,5 \cdot (X - 24,272) / 6,480)^2$		0,72	455	5

Примечание: m_y – основная ошибка уравнения аппроксимации; F – критерий Фишера

Следует отметить, что основная естественная дифференциация деревьев сосны по диаметру происходит в тонкомерных ступенях толщины. Рубки ухода прореживания и проходные обеспечивают формирование менее растянутых рядов распределения, меньшую изменчивость диаметров деревьев в древостое [3], [11].

Средняя категория IUFRO составила $1,3 \pm 0,07$, что говорит о достаточно высокой перспективности формирования высокопродуктивных древостоев. Средняя ширина годичного слоя в последний 40-летний период находится на уровне $1,4 \pm 0,1$ мм с колебаниями в отдельные годы. Спектральный анализ динамики приростов показал наличие 5, 15, 20-летних циклов изменения величины прироста, что в большей степени определяется климатическими условиями.

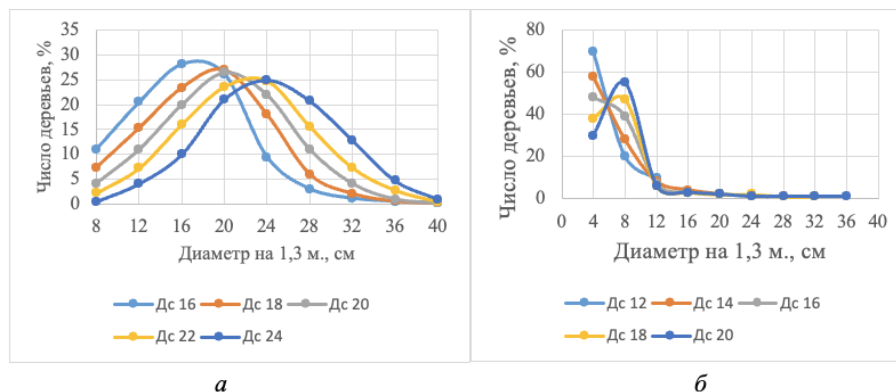


Рисунок 1 - Распределение числа растущих деревьев сосны (а) и сухостойных деревьев (б) по ступеням толщины для древостоев разных средних диаметров
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.66.11.3>

Выявлены определенные закономерности в строении древостоев по диаметру. С увеличением среднего диаметра древостоя происходит закономерное перераспределение деревьев из тонкомерных ступеней в более крупные. Данные закономерности свидетельствуют о значительной эффективности проведения рубок ухода, направленных на выборку деревьев как в левой, так и в правой части кривых распределения, и о формировании оптимальной структуры древостоев из оставленных деревьев. Общая тенденция заключается в смещении модального значения рядов распределения вправо по мере увеличения среднего диаметра древостоя. Полученные уравнения аппроксимации с высокой точностью описывают ряды распределения, что, в свою очередь, позволяет их использовать для моделирования.

Отпад деревьев составляет существенную часть потери потенциального запаса древостоя. Доля валежа от общего числа деревьев составила от 5 до 10%. Распределение числа валежных деревьев не имеет закономерного характера как по числу деревьев, так и по запасу, но имеет общую тенденцию увеличения числа отпавших деревьев в сторону тонкомерных ступеней.

Для характеристики распределения деревьев на объектах исследования в пределах ступеней толщины рассчитали статистические показатели (см. табл. 3).

Таблица 3 - Характеристики распределения числа деревьев на объектах исследования в пределах ступеней толщины

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.66.11.4>

Ступени толщины, см	Минимум	Максимум	Среднее значение	Среднее квадратичное отклонение	Коэффициент изменчивост и, %	Точность опыта, %
8	6,0	9,9	$7,8 \pm 0,08$	1,17	15,0	1,1
12	10,0	13,9	$11,9 \pm 0,11$	1,15	9,6	0,8
16	14,0	17,9	$15,8 \pm 0,10$	1,16	7,2	0,6
20	18,0	21,9	$19,9 \pm 0,11$	1,27	6,4	0,6
24	22,0	23,9	$22,9 \pm 0,07$	1,07	2,7	0,3
28	26,0	29,9	$27,6 \pm 0,13$	1,19	4,3	0,5
32	30,0	33,9	$31,7 \pm 0,21$	1,16	3,7	0,7
36	34,0	37,9	$35,1 \pm 0,27$	1,08	3,1	0,8
40	38,0	41,9	$40,1 \pm 0,75$	1,87	4,6	1,9

Для установления интенсивности выборки при рубках ухода, соответствующей лесоводственным требованиям с учетом региональных особенностей, важно кроме рядов распределения установить место среднего дерева в различных

лесорастительных условиях [5]. В таблице 4 показано место среднего диаметра в сосновых древостоях различных средних диаметров.

Таблица 4 - Место среднего диаметра в сосновых древостоях вторичных генераций

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.66.11.5>

Средний диаметр древостоя, см	16	18	20	22	24
Число деревьев тоньше среднего дерева, %	64	62	58	55	50

Стоит отметить, что уменьшение доли деревьев, имеющих диаметр меньше среднего, с ростом среднего диаметра древостоя объясняется влиянием рубок ухода, при которых удалялись деревья с диаметром выше среднего, а также в тонкомерной части и естественным процессом роста оставленных деревьев.

Небольшой диапазон рядов распределения деревьев по таксационному диаметру обусловлен проведением рубок ухода прореживание и проходные рубки при которых была проведена выборка толстомерной части. Тонкомерная часть древостоя при уходах выбиралась только на волоках.

Коэффициенты изменчивости диаметров деревьев в сосняках вторичных генераций с увеличением средних диаметров увеличиваются в связи с возрастанием количества представителей в толстомерных ступенях.

Распределения числа деревьев по ступеням толщины имеют достоверное различие, установленное по критерию Колмогорова-Смирнова между древостоями разных средних диаметров.

Отмечается закономерное смещение места среднего диаметра в сторону толстомерных ступеней с повышением среднего диаметра древостоев. Связь выражается уравнением 1:

$$N = -1,75 \cdot D_{\text{ср}} + 92,8 \quad R^2 = 0,98 \quad (1)$$

где N — число деревьев с таксационным диаметром меньше среднего, шт.; $D_{\text{ср}}$ — средний диаметр древостоя, см.

Заключение

В ходе исследований были установлены особенности строения сосновых древостоев вторичных генераций, произрастающих в северо-таежном районе Архангельской области, по таксационному диаметру. Отмечено наличие закономерных связей количества деревьев по грациям таксационного диаметра со средним диаметром древостоев. На основе выявленных закономерностей построены ряды распределения числа деревьев различных качественных категорий по ступеням толщины и разработаны компьютерные модели.

На основе проведенного исследования можно предложить при назначении и оценке рубок ухода в сосняках вторичных генераций в возрасте от 30 до 60 лет использовать полученные модели рядов распределения числа деревьев по диаметру, в зависимости от текущего среднего диаметра древостоя, а также при таксационной оценке насаждений, пройденных рубками ухода, применять полученные аппроксимирующие уравнения в целях прогнозирования изменения распределения по диаметру.

Установленные закономерные связи позволят разработать и уточнить нормативы таксации, нормативы назначения рубок ухода в сосновых насаждениях, произрастающих в северо-таежном районе Архангельской области.

Финансирование

Публикация подготовлена по результатам НИР, выполненных в рамках госзадания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований в сфере деятельности Федерального агентства лесного хозяйства (регистрационный номер темы: 123022800118–4).

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 publication is based on the results of research conducted as part of a state assignment by the FBI 'Northern Research Institute of Forestry' for applied scientific research in the field of activity of the Federal Forestry Agency (registration number of the topic: 123022800118–4).

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

1. Атрохин В.Г. Рубки ухода и промежуточное лесопользование / В.Г. Атрохин, И.К. Иевинь. — Москва : Агропромиздат, 1985. — 255 с.



2. Богданов А.П. Оценка лесоводственной эффективности проходных рубок в Северо-таежном лесном районе / А.П. Богданов, А.С. Ильинцев, С.В. Третьяков [и др.] // Лесотехнический журнал. — 2025. — № 4. — С. 23–38. — DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2025.4/2.
3. Дружинин Н.А. Лесоводственная эффективность прореживаний / Н.А. Дружинин // Материалы отчетной сессии по итогам научно-исследовательских работ за 1990 год. — Архангельск : АИЛиЛХ, 1991. — С. 60–62.
4. Кузьмичев В.В. Закономерности динамики древостоев: принципы и модели : монография / В.В. Кузьмичев. — Новосибирск : Наука, 2013. — 208 с.
5. Лесотаксационный справочник по северо-востоку европейской части Российской Федерации (нормативные материалы для Ненецкого автономного округа, Архангельской, Вологодской областей и Республики Коми) / Федеральное агентство лесного хозяйства, Федеральное бюджетное учреждение «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства». — Архангельск : ОАО ИПП «Правда Севера», 2012. — 672 с.
6. Мелехов И.С. Лесоводство / И.С. Мелехов. — Москва : Агропромиздат, 1989. — 302 с.
7. Минин Н.С. Рост сосняков под влиянием рубок ухода 40-летней давности / Н.С. Минин // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2004. — № 3. — С. 10–18.
8. Неволин О.А. Основы хозяйства в высокопродуктивных сосняках Севера / О.А. Неволин. — Архангельск : Северо-Западное книжное издательство, 1969. — 103 с.
9. ОСТ 56-69-83. Пробные площади лесоустroительные. Метод закладки. — Москва : Центральное бюро научно-технической информации Гослесхоза СССР, 1984. — 60 с.
10. Романюк Б.Д. Нормативы коммерческих рубок ухода (прореживание и проходные) для модели интенсивного и устойчивого ведения лесного хозяйства (2-е издание) / Б.Д. Романюк, А.А. Книзе, С.В. Шинкевич [и др.] // Проект Всемирного фонда дикой природы (WWF) «Псковский модельный лес». — Санкт-Петербург, 2008. — 84 с.
11. Савина А.В. Физиологическое обоснование рубок ухода / А.В. Савина, М.В. Журавлева. — Москва : Лесн. пром-ть, 1978. — 103 с.
12. Сеннов С.Н. Проблемы современной практики рубок ухода за лесом / С.Н. Сеннов // Лесное хозяйство. — 1987. — № 11. — С. 12–18.
13. Тюкавина О.Н. Биолого-экологические закономерности продукционного процесса сосны обыкновенной в естественных и антропогенно-трансформированных насаждениях : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.03.02 / О.Н. Тюкавина. — Архангельск, 2021. — 43 с.
14. Чибицов Г.А. Рубки ухода за лесом на Европейском Севере: Практическое пособие / Г.А. Чибицов, Н.И. Вялых, Н.С. Минин. — Архангельск : СевНИИЛХ, 2004. — 128 с.
15. Чибицов Г.А. Лесоводственные основы рубок ухода в лесах европейского Севера / Г.А. Чибицов // Сборник научных трудов СевНИИЛХ. — Архангельск : Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 2010. — С. 25–39.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Atrokhin V.G. Rubki ukhoda i promezhutochnoe lesopolzovanie [Thinning and intermediate forest management] / V.G. Atrokhin, I.K. Ievin. — Moscow : Agropromizdat, 1985. — 255 p. [in Russian]
2. Bogdanov A.P. Otsenka lesovodstvennoi effektivnosti prokhodnykh rubok v Severo-taеzhnom lesnom raione [Assessment of the silvicultural efficiency of commercial thinning in the northern taiga forest region] / A.P. Bogdanov, A.S. Ilintsev, S.V. Tretyakov [et al.] // Lesotekhnicheskii zhurnal [Journal of Forestry Engineering]. — 2025. — № 4. — P. 23–38. — DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2025.4/2. [in Russian]
3. Druzhinin N.A. Lesovodstvennaya effektivnost prorezhivaniy [Silvicultural efficiency of thinning] / N.A. Druzhinin // Proceedings of the Reporting Session on the Results of Research Work for 1990. — Arkhangelsk : AILiLKh, 1991. — P. 60–62. [in Russian]
4. Kuzmichev V.V. Zakonomernosti dinamiki drevostoev: printsipi i modeli [Patterns of stand dynamics: principles and models] : monograph / V.V. Kuzmichev. — Novosibirsk : Nauka, 2013. — 208 p. [in Russian]
5. Lesotaksatsionnyy spravochnik po severo-vostoku evropejskoj chasti Rossijskoj federacii (normativnye materialy dlya Neneckogo avtonomnogo okruga, Arhangel'skoj, Vologodskoj oblastej i Respubliki Komi) [Forest Inventory Reference Book for the North-East of the European Part of the Russian Federation (Regulatory Materials for the Nenets Autonomous Okrug, Arkhangelsk, Vologda Regions, and the Komi Republic)] / Federal Forestry Agency, Federal State Budgetary Institution "Northern Research Institute of Forestry". — Arkhangelsk : OJSC IE "Pravda Severa", 2012. — 672 p. [in Russian]
6. Melekhov I.S. Lesovodstvo [Silviculture] / I.S. Melekhov. — Moscow : Agropromizdat, 1989. — 302 p. [in Russian]
7. Minin N.S. Rost sosnyakov pod vliyaniem rubok ukhoda 40-letnei davnosti [Growth of pine forests under the influence of thinning carried out 40 years ago] / N.S. Minin // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Lesnoj zhurnal [Bulletin of higher educational institutions. Forestry journal]. — 2004. — № 3. — P. 10–18. [in Russian]
8. Nevolin O.A. Osnovi khozyaistva v visokoproduktivnykh sosnyakakh Severa [Fundamentals of management in high-productive pine forests of the North] / O.A. Nevolin. — Arkhangelsk : North-Western Book Publishing House, 1969. — 103 p. [in Russian]
9. OST 56-69-83. Probnye ploshchadi lesoustroitel'nye. Metod zakladki [Sample plots for forest management. Method of establishment]. — Moscow : Central Bureau of Scientific and Technical Information of the USSR State Forestry Committee, 1984. — 60 p. [in Russian]
10. Romaniuk B.D. Normativy kommercheskikh rubok ukhoda (prorezhivanie i prokhodnye) dlya modeli intensivnogo i ustojchivogo vedeniya lesnogo khozyajstva (2-e izdanie) [Standards for commercial thinning (thinning and selective cuttings) for the model of intensive and sustainable forest management (2nd ed.)] / B.D. Romaniuk, A.A. Knize, S.V. Shinkevich [et



- al.] // Proekt Vsemirnogo fonda dikoj prirody (WWF) "Pskovskij model'nyj les" [World Wildlife Fund (WWF) project "Pskov Model Forest"]. — Saint Petersburg, 2008. — 84 p. [in Russian]
11. Savina A.V. Fiziologicheskoe obosnovanie rubok ukhoda [Physiological basis of thinning] / A.V. Savina, M.V. Zhuravleva. — Moscow : Lesn. prom-t, 1978. — 103 p. [in Russian]
12. Sennov S.N. Problemi sovremennoi praktiki rubok ukhoda za lesom [Problems of modern practice of thinning] / S.N. Sennov // Lesnoe khozyaistvo [Forestry]. — 1987. — № 11. — P. 12–18. [in Russian]
13. Tyukavina O.N. Biologo-ekologicheskie zakonomernosti produkcionnogo processa sosny obyknovennoj v estestvennyh i antropogenno-transformirovannyh nasazhdeniyah [Biological and ecological patterns of the production process of Scots pine in natural and anthropogenically transformed stands] : abst. of the dis. ... of Grand PhD in Agricultural Sciences : 06.03.02 / O.N. Tyukavina. — Arkhangelsk, 2021. — 43 p. [in Russian]
14. Chibisov G.A. Rubki ukhoda za lesom na Yevropeiskom Severe: Prakticheskoe posobie [Thinning in the forests of the European North: a practical guide] / G.A. Chibisov, N.I. Vyalikh, N.S. Minin. — Arkhangelsk : SevNIILKh, 2004. — 128 p. [in Russian]
15. Chibisov G.A. Lesovodstvennye osnovy rubok ukhoda v lesakh evropejskogo Severa [Silvicultural foundations of thinning in the forests of the European North] / G.A. Chibisov // Sbornik nauchnykh trudov SevNIILKh [Collection of scientific papers of the Northern Research Institute of Forestry]. — Arkhangelsk : Northern Research Institute of Forestry, 2010. — P. 25–39. [in Russian]