



**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.2026.67.8> EDN: FFPGLL

ВЛИЯНИЕ ПРОХОДНЫХ РУБОК НА СТРОЕНИЕ СЕВЕРОТАЁЖНЫХ СОСНЯКОВ ПО ДИАМЕТРУ

Научная статья

Жданов В.В.^{1,*}, Третьяков С.В.², Ильинцев А.С.³, Богданов А.П.⁴

¹ ORCID : 0009-0006-9575-325X;

² ORCID : 0000-0001-5982-3114;

³ ORCID : 0000-0003-3524-4665;

⁴ ORCID : 0000-0002-1655-7212;

^{1,2,3,4} Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Архангельск, Российская Федерация

^{1,2,3,4} Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (zhdanov.vv[at]sevniilh-arh.ru)

Аннотация

В статье приведены результаты анализа влияния рубок ухода на строение по диаметру северотаёжных сосняков. Исследования проведены на 10 пробных площадях, заложенных в смешанных сосняках черничных, пройденных проходными рубками интенсивностью 33–39% в период с 2009 по 2012 гг. На пробных площадях провели комплекс лесоводственно-таксационных работ. Для установления закономерностей строения сосняков по диаметру применен метод естественных ступеней толщины, предложенный А.В.Тюриным.

Установлено, что ряды распределения деревьев по диаметру в сосняках, пройденных рубками ухода, и в сосняках, не затронутых рубками ухода, достоверно отличаются. После проведения проходных рубок в центральных ступенях толщины (0,9–1,1) сосредоточено большее количество деревьев (53%), чем в древостоях с естественным изреживанием (38,6%).

На основе получено ряда распределения деревьев по диаметру в сосняках, пройденных рубками ухода, составлена таблица распределения числа деревьев сосны по 4-сантиметровым ступеням толщины в зависимости от среднего диаметра.

Ключевые слова: рубки ухода, проходные рубки, строение древостоев, естественные ступени толщины, северотаежные сосняки.

**THE INFLUENCE OF THINNING ON THE STRUCTURE OF NORTHERN TAIGA PINE FORESTS BY
DIAMETER**

Research article

Zhdanov V.V.^{1,*}, Tretyakov S.V.², Ilintsev A.S.³, Bogdanov A.P.⁴

¹ ORCID : 0009-0006-9575-325X;

² ORCID : 0000-0001-5982-3114;

³ ORCID : 0000-0003-3524-4665;

⁴ ORCID : 0000-0002-1655-7212;

^{1,2,3,4} Northern Research Institute of Forestry, Arkhangelsk, Russian Federation

^{1,2,3,4} Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russian Federation

* Corresponding author (zhdanov.vv[at]sevniilh-arh.ru)

Abstract

The article presents the results of an analysis of the impact of clean cutting on the diameter structure of northern taiga pine forests. The research was conducted on 10 sample plots laid out in mixed blueberry pine forests that had undergone thinning at an intensity of 33–39% between 2009 and 2012. A range of silvicultural and inventory works were carried out on the sample plots. To establish the patterns of pine stand structure by diameter, the method of natural thickness classes proposed by A.V. Tyurin was applied.

It has been established that the diameter distribution curves for trees in pine stands that have undergone clean cutting and in pine stands not affected by it differ significantly. Following thinning, a greater proportion of trees (53%) are concentrated in the central diameter classes (0.9–1.1) than in stands with natural opening (38.6%).

Based on the distribution of trees by diameter in pine stands that have undergone clean cutting, a table has been compiled showing the distribution of the number of pine trees in 4-centimetre diameter intervals, depending on the mean diameter.

Keywords: clean cutting, thinning, stand structure, natural diameter class, northern taiga pine forests.

Введение

Проведение рубок ухода это важное лесохозяйственное мероприятие, направленное на формирование высокопродуктивных древостоев и обеспечение неистощительного непрерывного лесопользования [1]. Рубки ухода

оказывают значительное влияние на рост лесных насаждений, происходит изменение экологических факторов и трансформация строения древостоя [2], [3], [4].

Строение древостоев — это порядок сочетания деревьев, характеризующийся закономерность распределения, варьирования и связью таксационных показателей.

Одним из основных показателей строения древостоев является распределение деревьев по ступеням толщины. С помощью данного показателя можно получить распределения по высоте, объему, площади сечения.

Первоначальные выводы о строении древостоев по диаметру были сделаны профессорами Вейзе, Фекете, Шиффелем [5]. Основоположниками изучения строения отечественных лесов являются Н.В. Третьяков, сформулировавший закон единства в строении насаждений [6], и А.В. Тюрин, предложивший заменить абсолютные ступени толщины на ступени, выраженные в десятых долях среднего диаметра древостоя. Полученные ступени он назвал естественными ступенями толщины. Данный метод прост и нагляден, он позволяет сравнивать распределения в древостоях различного происхождения, среднего диаметра, возраста, условий произрастания [7].

Изучение закономерности строения древостоев позволяет углубить и расширить знания о природе лесов, является теоретической основой лесной таксации, позволяет отслеживать изменения, происходящие в древостоях и управлять их развитием. В разные годы строение древостоев европейского Севера изучали: В.И. Левин [8], О.А. Неволин [9], И.И. Гусев [10], [11] и др.

Изучение строения древостоев не потеряло свою актуальность. Данные о строении древостоев по диаметру используются для изучения роста насаждений, сортиментации древостоев, составления товарных таблиц. Выявленные закономерности в строении древостоев позволяют повысить точность таксации и усовершенствовать лесоустроительное проектирование.

Цель исследования — изучить строение по диаметру северотаёжных сосняков, пройденных проходными рубками интенсивностью 33–39%.

Материалы и методы исследования

Анализ строения древостоев проводился по материалам обследования 10 пробных площадей (ПП), расположенных в северо-таежном лесном районе европейской части Российской Федерации на территории Обозерского лесничества Архангельской области [12]. ПП заложены в смешанных сосняках черничниках, пройденных проходными рубками интенсивностью 33–39% в 2009 – 2012 годах. Обследование проведено летом 2025 года, на момент обследования возраст насаждения составлял 85–90 лет.

Обследование ПП проводилось по общепринятой методике [13]. На каждой ПП выполнялся сплошной пересчет. К древостою относили деревья с диаметром на высоте 1,3 м > 6 см. Диаметр определялся с точностью 0,1 см.

Для изучения закономерности распределения древостоев на каждой пробе, полученные по результатам таксации распределения деревьев по ступеням толщины, преобразовывали в ряды распределения по естественным ступеням толщины. Для этого средний диаметр древостоя принимался за 1,0, а диаметры остальных ступеней выражались в десятых его долях. Распределение древостоя по естественным ступеням толщины выполнялось графическим способом [7].

Исследование строения древостоя выполнялось с использованием методов математической статистики, вычислялись параметры, характеризующие распределение [14], [15], [16].

Результаты и обсуждение

Проводя исследования строения древостоев, А. В. Тюрин пришел к выводу, что распределение древостоев по естественным ступеням толщины не зависит от породы, бонитета и полноты древостоя, но зависит от возраста насаждений и характера рубок ухода [7]. Для изучения влияния интенсивности проходных рубок на строение северотаёжных сосняков исследуемые ряды распределения деревьев по естественным ступеням толщины были сгруппированы в зависимости от интенсивности проведения проходных рубок (таблица 1).

Таблица 1 - Распределение числа деревьев по естественным ступеням толщины

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.67.8.1>

Ступень толщины	Интенсивность рубки, %			
	33-34	35-36	37-38	39-40
Частоты, %				
0,3	-	-	0,2	-
0,4	-	0,3	0,635	-
0,5	1,2	1,8	1,896	1,3
0,6	3,3	7,9	5,789	3,6
0,7	8,8	7,8	8,764	4,81
0,8	13,5	12,0	10,414	15,83
0,9	13,3	13,3	14,032	17,21
1	22,7	18,0	19,772	17,57
1,1	18,0	16,1	17,208	22,19
1,2	12,7	12,7	13,134	10,46

Ступень толщины	Интенсивность рубки, %			
	33-34	35-36	37-38	39-40
	Частоты, %			
1,3	3,6	6,5	4,11	4,88
1,4	1,7	1,9	2,703	2,15
1,5	1,1	1,6	0,772	-
1,6	-	0,1	0,579	-

Полученные ряды не отличаются от нормального распределения (уровень значимости критерия Колмогорова–Смирнова $>0,05$ во всех случаях). Наблюдаемые положительная асимметрия и отрицательный эксцесс не достигают достоверных значений (таблица 2).

Таблица 2 - Статистические показатели распределения деревьев по естественным ступеням толщины

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.67.8.2>

Статистические показатели	Значения показателей при интенсивности рубки, %			
	33–34	35–36	37–38	39–40
Среднее арифметическое	0,981	0,975	0,975	0,982
Среднеквадратическое отклонение	0,196	0,225	0,222	0,188
Основная ошибка среднего	0,020	0,023	0,022	0,019
Коэффициент вариации, %	20,0	23,1	22,7	19,1
Точность, %	2,0	2,3	2,3	1,9
Достоверность среднего значения	50	43	44	52
Показатель асимметрии	0,496	0,247	0,646	0,357
Показатель эксцесса	- 0,959	- 1,399	- 0,976	- 1,640

Отрицательные значения коэффициента эксцесса говорят о том, что распределение деревьев плосковершинное (накопление значений около среднего значения меньше, чем в нормальном распределении). С увеличением интенсивности рубки происходит уменьшение эксцесса. Теснота этой связи значительная (коэффициент корреляции $R = - 0,627$).

Положительная асимметрия свидетельствует о преобладании деревьев тоньше среднего диаметра. Связь коэффициента асимметрии и интенсивности проходных рубок отсутствует ($R = - 0,014$). Значения среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации во всех случаях имеют близкие значения.

Сопоставление полученных эмпирических распределений выполнялось с помощью критерия Пирсона (таблица 3). Выдвигалась нулевая гипотеза о том, что полученные ряды распределения не имеют достоверных различий.

Таблица 3 - Уровни значимости для сравнения рядов распределения древостоев по естественным ступеням толщины

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.67.8.3>

Интенсивность рубки, %	33-34	35-36	37-38	39-40
33–34	1	0,673	0,845	0,496
35–36	0,673	1	0,987	0,137
37–38	0,845	0,987	1	0,158
39–40	0,496	0,137	0,158	1

Как видно из таблицы 3, между сформированными рядами распределения существуют определенные различия, но достоверность этих различий не подтверждается (во всех случаях уровень значимости $> 0,05$). Отсутствие различий позволяет объединить полученные ряды в один (таблица 4).

Таблица 4 - Общий ряд распределения числа деревьев по естественным ступеням толщины для сосняков, пройденных проходными рубками интенсивностью 33-39%

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.67.8.4>

Естественные ступени толщины	Статистические показатели				
	Среднее значение	Стандартная ошибка	Основная ошибка среднего значения	Коэффициент вариации, %	Точность, %
0,3	0,04	0,04	0,01	100,0	25,0
0,4	0,19	0,13	0,04	68,4	21,1
0,5	1,48	0,42	0,13	28,4	8,8
0,6	4,80	1,02	0,32	21,3	6,7
0,7	7,40	1,29	0,41	17,4	5,5
0,8	13,29	1,36	0,43	10,2	3,2
0,9	14,61	1,25	0,40	8,6	2,7
1,0	19,64	1,50	0,47	7,6	2,4
1,1	18,71	1,64	0,52	8,8	2,8
1,2	12,11	1,01	0,32	8,3	2,6
1,3	4,68	0,74	0,23	15,8	4,9
1,4	2,09	0,59	0,19	28,2	9,1
1,5	0,82	0,30	0,09	36,6	11,0
1,6	0,14	0,12	0,04	85,7	28,6
Итого	100	-	-	-	-

Наиболее заполненные ступени толщины (0,5–1,4) характеризуются средней изменчивостью (коэффициент вариации $< 30\%$). Крайние ступени (0,3–0,4 и 1,5–1,6) характеризуются большой изменчивостью, аналогичные результаты были получены В. И. Левиным для сосняков с естественным изреживанием [17].

Для установления особенности строения северотаёжных сосновых древостоев, пройденных рубками ухода, произведен сравнительный анализ ряда распределения с данными других исследований (рисунок 1).

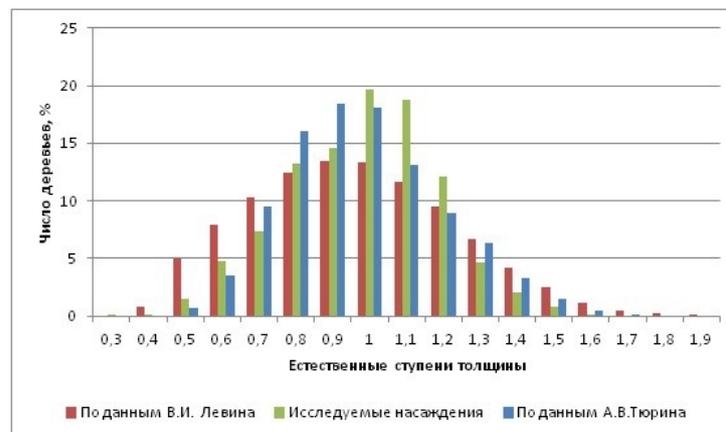


Рисунок 1 - Распределение древостоев по естественным ступеням толщины

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.67.8.5>

Полученное нами распределение более компактное (с 0,3 до 1,6), чем по данным В. И. Левина (с 0,4 до 1,9) [18] и несколько больше, чем по данным А.В. Тюрина (с 0,5 до 1,7) [19]. В трех центральных естественных ступенях толщины (0,9–1,1) сосредоточено 53% деревьев, что значительно больше, чем по данным В.И. Левина (38,6%) и Тюрина (49,6%). Сосредоточение деревьев в центральных ступенях толщины будет способствовать более однородному

выходу сортиментов при проведении рубки спелых и перестойных насаждений. Сопоставление рядов распределений выполнялось с помощью критерия Пирсона (таблица 5).

Таблица 5 - Результаты сравнения распределений с помощью критерия Пирсона

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.67.8.6>

Показатель	Ряд распределения	
	По А.В. Тюрину	По В.И. Левину
Критерий Пирсона расчетный	6,28	22,0
Критерий Пирсона критический (для уровня значимости 0,05)	12,6	14,1

Полученный ряд распределения для сосняков, пройденных проходными рубками, статистически не отличается от общего ряда А.В. Тюрина (расчетное значение меньше критического). Отсутствие различий объясняется тем, что А.В. Тюрин использовал древостои с убранным или отделенным отпадом [19]. В то же время наблюдается значимое отличие от ряда В.И. Левина, который составлен для спелых сосняков естественного формирования [18].

По редуцированным числам и рангам построены кумулятивные кривые распределения числа деревьев (рисунок 2).

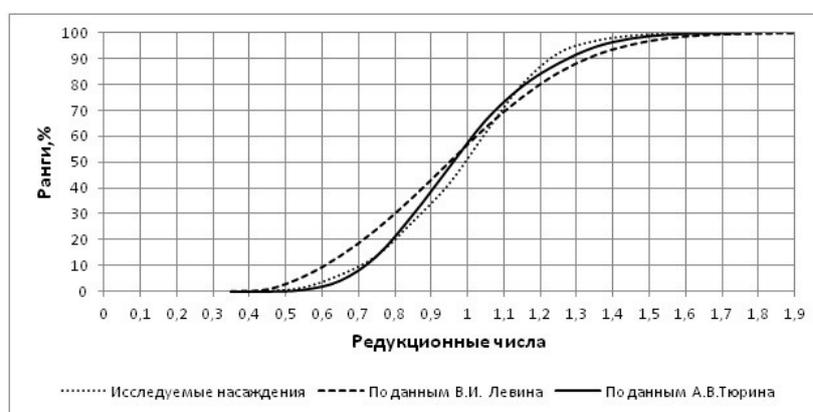


Рисунок 2 - Кумуляты распределения числа стволов по диаметру

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.67.8.7>

Используя кривую, приведенную на рисунке 2, можно находить число деревьев интересующих размеров. Так положение среднего дерева имеет большое значение при исследовании строения древостоев. Число деревьев меньше среднего диаметра в исследуемых насаждениях составляет 51,63%, что чуть меньше, чем по данным А.В. Тюрина (57,25%) [10] и В.И. Левина (56,60%) [9]. То есть количество стволов толще среднего диаметра в исследуемых насаждениях выше.

Имея распределение деревьев по естественным ступеням толщины можно перейти к ступеням, выраженным в сантиметрах. На основе полученного нами ряда распределения деревьев по естественным ступеням толщины составлена таблица распределения числа деревьев сосны по 4-сантиметровым ступеням толщины в зависимости от среднего диаметра (таблица 6).

Таблица 6 - Распределение числа деревьев по ступеням толщины в зависимости от среднего диаметра для сосняков, пройденных проходными рубками интенсивностью 33-39 %

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.67.8.8>

Средний диаметр, см	Ступени толщины, см											Итого
	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	
	Число деревьев, %											
20	1,0	8,0	26,3	36,2	22,3	5,6	0,6	-	-	-	-	100
22	0,4	4,3	17,3	32,1	29,5	13,4	2,8	0,2	-	-	-	100
24	0,2	2,6	10,1	25,4	30,9	21,8	7,3	1,6	0,1	-	-	100
26	0,2	1,1	7,2	17,1	29,9	25,0	16,6	2,0	0,8	0,1	-	100
28	0,1	0,9	3,6	10,0	29,2	27,7	21,9	3,4	2,6	0,6	-	100



Средний диаметр, см	Ступени толщины, см											Итого
	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	
	Число деревьев, %											
30	-	0,6	2,8	8,2	17,7	24,8	23,3	14,6	5,9	1,8	0,3	100

Приведенное в таблице 6 распределение деревьев по ступеням толщины имеет большое практическое значение. Используя данные таблицы 6 и материалы глазомерной таксации можно получить распределение деревьев насаждения по ступеням толщины.

Заключение

В работе проанализировано строение по диаметру северотаёжных сосняков, пройденных проходными рубками интенсивность 33–39%. Выявлены достоверные различия исследуемого ряда распределения и ряда распределения сосняков, не затронутых рубками ухода. После проведения рубок ухода распределение древостоя становится более компактным, происходит большее сосредоточение деревьев в центральных ступенях толщины, благодаря чему при рубке спелых и перестойных насаждений выход сортиментов будет более однородный. Получено распределение числа деревьев по 4-сантиметровым ступеням для северотаёжных сосняков со средним диаметром от 20 до 30 см, пройденных проходными рубками интенсивностью 33–39%.

Финансирование

Публикация подготовлена по результатам НИР, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований в сфере деятельности Федерального агентства лесного хозяйства, регистрационный номер темы: 123030700068-8.

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 was prepared based on the results of research carried out within the framework of the state assignments of the FBI "Northern Research Institute of Forestry" for conducting applied scientific research in the field of activity of the Federal Forestry Agency, registration number of the topic: 123030700068-8.

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

- Атрохин В.Г. Рубки ухода и промежуточное лесопользование / В.Г. Атрохин, И.К. Иевинь. — Москва: Агропромиздат, 1985. — 255 с.
- Богданов А.П. Оценка лесоводственной эффективности проходных рубок в северотаежном лесном районе / А.П. Богданов, А.С. Ильинцев, С.В. Третьяков и др. // Лесотехнический журнал. — 2025. — Т. 15, № 4(60). — С. 23–38.
- Ильинцев А.С. Оценка влияния проходных рубок на состояние и рост высокопродуктивных смешанных сосновых древостоев в условиях Северо-таежного района / А.С. Ильинцев, А.П. Богданов // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : материалы X Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 21–23 мая 2025 года. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, 2025. — С. 168–171.
- Чибисов Г.А. Рубки ухода за лесом на Европейском Севере: практ. пособие / Г.А. Чибисов, Н.И. Вялых, Н.С. Минин. — Архангельск: Изд-во АГТУ, 2004. — 127 с.
- Анучин Н.П. Лесная таксация. Издание 2-ое перераб : учебник для вузов / Н.П. Анучин. — Москва: Лесная промышленность, 1982. — 550 с.
- Третьяков Н.В. Закон единства в строении насаждений / Н. В. Третьяков. — Москва; Ленинград: Новая деревня, 1927. — 113 с.
- Тюрин А.В. Таксация леса. 2-е изд. / А.В. Тюрин. — Москва: Гослестехиздат, 1945. — 375 с.
- Левин В.И. Результаты исследования динамики сосновых насаждений Архангельской области / В.И. Левин. — Архангельск: Архангельское книжное изд-во, 1959. — 132 с.
- Неволин О.А. Основы хозяйства в высокопродуктивных сосняках Севера / О.А. Неволин. — Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1969. — 103 с.
- Гусев И.И. Строение и рост еловых насаждений Архангельской области : автореф. дис. канд. с.-х. наук / И.И. Гусев. — Минск, 1962. — 27 с.
- Гусев И.И. Закономерности строения еловых древостоев Европейского Севера : методические указания к дипломному проектированию по лесной таксации / И.И. Гусев. — Архангельск: Северо-западное. кн. изд-во, 1977. — 40 с.
- Приказ Рослесхоза от 18 августа 2014 г. № 367 (в редакции от 21.03.16) «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации». — URL: <http://www.rosleshoz.gov.ru> (дата обращения: 22.01.2026).



13. ГОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. — Москва: Государственный комитет СССР по лесному хозяйству, 1983. — 72 с.
14. Бондаренко А.С. Статистическая обработка материалов лесоводственных исследований : Учебное пособие / А.С. Бондаренко, А.В. Жигунов. — СПб.: Из-во Политехнического университета, 2016. — 125 с.
15. Гусев И.И. Моделирование экосистем : учеб. пособие / И.И. Гусев. — Архангельск: Архангел. гос. тех. ун-т, 2002. — 112 с.
16. Тюрин А.В. Основы вариационной статистики в применении к лесоводству / А.В. Тюрин. — Москва-Ленинград: Гослесбумиздат, 1961. — 104 с.
17. Левин В.И. Сосняки Европейского Севера (Строение, рост и таксация древостоев) / В.И. Левин. — Москва: Лесная промышленность, 1966. — 152 с.
18. Левин В.И. Опыт стационарного изучения продуктивности и динамики спелых сосняков-зеленомошников Севера / В.И. Левин, В.И. Калинин. — Архангельск: ЦНТИ, 1972. — 49 с.
19. Тюрин А.В. Нормальная производительность лесонасаждений сосны, березы, осины и ели (всеобщие таблицы хода роста) / А.В. Тюрин. — Москва; Ленинград: Сельколхозгиз, 1931. — 200 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Atroxin V.G. Rubki uxoda i promezhutochnoe lesopol'zovanie [Felling and intermediate forest management] / V.G. Atroxin, I.K. Ievin'. — Moscow: Agropromizdat, 1985. — 255 p. [in Russian]
2. Bogdanov A.P. Otsenka lesovodstvennoy effektivnosti prokhodnykh rubok v severnotayezhnom lesnom rayone [Assessment of silvicultural effectiveness of intermediate cuttings in the northern taiga forest region] / A.P. Bogdanov, A.S. Ilyintsev, S.V. Tretyakov et al. // Lesotekhnicheskiiy zhurnal [Forestry Engineering Journal]. — 2025. — Vol. 15, № 4(60). — P. 23–38. [in Russian]
3. Ilyintsev A.S. Ocenka vliyaniya prohodnykh rubok na sostoyanie i rost vysokoproduktivnykh smeshannykh sosnovykh drevostoev v usloviyakh Severo-tayezhnogo rajona [Assessment of the Impact of Felling on the Condition and Growth of Highly Productive Cross-Linked Pine Stands in the North Taiga Region] / A.S. Ilyintsev, A.P. Bogdanov // Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovanie [Forests of Russia: politics, industry, science, education] : Materials of the X All-Russian Scientific and Technical Conference, St. Petersburg, May 21–23, 2025. — Saint Petersburg: S.M. Kirov Saint Petersburg State Forestry University, 2025. — P. 168–171. [in Russian]
4. CHibisov G.A. Rubki uhoda za lesom na Evropejskom Severe [Logging in the European North] : study guide / G.A. CHibisov, N.I. Vyalyh, N.S. Minin. — Arhangel'sk: ASTU Publishing House, 2004. — 127 p. [in Russian]
5. Anuchin N.P. Lesnaya taksaciya [Forest taxation]. 2nd revised edition : a textbook for universities / N.P. Anuchin. — Moscow : Forestry, 1982. — 550 p. [in Russian]
6. Tretyakov N.V. Zakon edinstva v stroenii nasazhdenij [The law of unity in the structure of plantings] / N. V. Tretyakov. — Moscow; Leningrad: Novaya derevnya, 1927. — 113 p. [in Russian]
7. Tyurin A.V. Taksaciya lesa [Forest taxation]. 2nd ed. / A.V. Tyurin. — Moscow: Goslestekhizdat, 1945. — 375 p. [in Russian]
8. Levin V.I. Rezultaty issledovaniya dinamiki sosnovykh nasazhdenij Arhangel'skoj oblasti [Results of the study of the dynamics of pine plantations of the Arkhangelsk region] / V.I. Levin. — Arkhangelsk: Arkhangelsk Book Publishing House, 1959. — 132 p. [in Russian]
9. Nevolin O.A. Osnovy hozyajstva v vysokoproduktivnykh sosnyakah Severa [Fundamentals of the economy in the highly productive pine forests of the North] / O.A. Nevolin. — Arkhangelsk: North-West Publishing House, 1969. — 103 p. [in Russian]
10. Gusev I.I. Stroenie i rost elovykh nasazhdenij Arhangel'skoj oblasti [Structure and growth of spruce plantations of the Arkhangelsk region] : abst. diss. PhD in Agriculture / I.I. Gusev. — Minsk, 1962. — 27 p. [in Russian]
11. Gusev I.I. Zakonomernosti stroeniya elovykh drevostoev Evropejskogo Severa [Patterns of structure of spruce stands of the European North] : Guidelines for the Final Year Project in Forest Inventory / I.I. Gusev. — Arkhangelsk: North-West Publishing House, 1977. — 40 p. [in Russian]
12. Prikaz Rosleskhoza ot 18 avgusta 2014 g. № 367 (v redakcii ot 21.03.16) «Ob utverzhdenii Perechnya lesorastitel'nykh zon Rossijskoj Federacii i Perechnya lesnykh rajonov Rossijskoj Federacii» [Rosleskhoz Order No. 367 dated August 18, 2014 (as amended on 21.03.16) "On Approval of the List of Forest Growing Zones of the Russian Federation and the List of Forest Regions of the Russian Federation"]. — URL: <http://www.rosleshoz.gov.ru> (accessed: 22.01.2026). [in Russian]
13. GOST 56-69-83. Ploshchadi probnye lesoustroitel'nye. Metod zakladki [Rial forest management areas. Bookmark method]. — Moscow: State Committee of the USSR for Forestry, 1983. — 72 p. [in Russian]
14. Bondarenko A.S. Statisticheskaya obrabotka materialov lesovodstvennykh issledovaniy [Statistical processing of forest research materials] : textbook / A.S. Bondarenko, A.V. ZHigunov. — SPb.: Publishing house of the Polytechnic University, 2016. — 125 p. [in Russian]
15. Gusev I.I. Modelirovanie ekosistem [Ecosystem modeling] : Textbook / I.I. Gusev. — Arkhangelsk: Arkhangelsk State Technical University, 2002. — 112 p. [in Russian]
16. Tyurin A.V. Osnovy variacionnoj statistiki v primenenii k lesovodstvu [Fundamentals of variational statistics as applied to forestry] / A.V. Tyurin. — Moscow-Leningrad: Goslesbumizdat, 1961. — 104 p. [in Russian]
17. Levin V.I. Sosnyaki Evropejskogo Severa (Stroenie, rost i taksaciya drevostoev) [Pines of the European North (Structure, growth and taxation of stands)] / V.I. Levin. — Moscow: Forestry, 1966. — 152 p. [in Russian]



18. Levin V.I. Opyt stacionarnogo izucheniya produktivnosti i dinamiki spelyh sosnyakov-zelenomoshnikov Severa [Experience of stationary study of productivity and dynamics of ripe green pine forests of the North] / V.I. Levin, V.I. Kalinin. — Arhangel'sk: CNTI, 1972. — 49 p. [in Russian]

19. Tyurin A.V. Normalnaya proizvoditelnost lesonasazhdenij sosny, berezy, osiny i eli (vseobshchie tablicy hoda rosta) [Normal productivity of plantations of pine, birch, aspen and spruce (global growth tables)] / A.V. Tyurin. — Moskva; Leningrad : Selkholhozgiz, 1931. — 200 p. [in Russian]