

Оригинальная статья


DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2023.4/5>


УДК 630\*2 : (626.87 + 630\*31)



## Лесоводственная эффективность проведения несплошной лесозаготовки древесины в сосняках после гидротехнической мелиорации в Сокольском районе Вологодской области

Олег С. Попов<sup>1</sup>✉, [porovoleg81@gmail.com](mailto:porovoleg81@gmail.com)  <https://orcid.org/0000-0003-2464-1729>

Сергей В. Третьяков<sup>1</sup>, [s.v.tretyakov@narfu.ru](mailto:s.v.tretyakov@narfu.ru)  <https://orcid.org/0000-0001-5982-3114>

Анатолий С. Новосёлов<sup>2</sup>, [anser-rock-bard@mail.ru](mailto:anser-rock-bard@mail.ru)  <https://orcid.org/0000-0002-6907-0424>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», набережная Северной Двины, 17, г. Архангельск, 163002, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», ул. Ленина, 15, г. Вологда, 160000, Российская Федерация

В Сокольском районе Вологодской области определено влияние проведения несплошной заготовки древесины в осушаемых сосняках на таксационные и макроструктурные параметры деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Объекты исследования представлены сосняками: главный вид – сосна обыкновенная (*P. sylvestris* L.) с примесью ели обыкновенной (*Picea abies* (L.) H.KARST.) и берёзы повислой (*Betula pendula* ROTR). Подобраны осушаемые лесные объекты после проведения несплошной заготовки древесины и контрольный древостой (без лесозаготовки), отграничены временные пробные площади (ВПП). Осушительные мероприятия в опытных лесах проводились в 1972 году. Несплошная лесозаготовка проводилась в 2005 году при присоединении трелёвочных технологических волоков к магистральному коридору под углом в 45 градусов. Распределение числа деревьев *P. sylvestris* L. по ступеням толщины в границах ВПП в 83 % ( $p < 0.05$ ) случаев стремится к нормальному. Среднепериодический прирост поздней древесины *P. sylvestris* L. на ВПП после осушения возрос в приканальном положении на 30 % ( $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{ст}}$ ;  $4,51 > 2,70$ ;  $p < 0.01$ ), а после несплошной лесозаготовки увеличился на 19 % ( $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{ст}}$ ;  $1,99 > 1,71$ ;  $p < 0.1$ ). Проведение несплошной комплексной заготовки древесины в осушаемых сосняках оказывает положительное влияние на увеличение запаса (на 38 %), в то время как в древостоях без лесозаготовки – на 28 %.

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, *Pinus sylvestris* L. гидротехническая мелиорация, выборочная заготовка древесины, ширина годичного кольца, поздняя древесина, запас древесины.

**Финансирование:** данное исследование не получало внешнего финансирования.

**Благодарности:** авторы благодарят рецензентов за вклад в экспертную оценку статьи.


**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Попов О. С. Лесоводственная эффективность проведения несплошной лесозаготовки древесины в сосняках после гидротехнической мелиорации в Сокольском районе Вологодской области / О. С. Попов, С. В. Третьяков, А. С. Новосёлов // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13. – № 4 (52). – Ч. 1 – С. 72–91. – Библиогр.: с. 88–91 (23 назв.). – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2023.4/5>.


Поступила 31.05.2023. Пересмотрена 26.11.2023. Принята 27.11.2023. Опубликована онлайн 29.12.2023

## Article

### Silvicultural efficiency of the partial cut in pine forests after hydro technical reclamation in the Sokolsky district of the Vologda region

Oleg S. Popov<sup>1</sup>✉, popovoleg81@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0003-2464-1729>

Sergey V. Tretyakov<sup>1</sup>, s.v.tretyakov@narfu.ru  <https://orcid.org/0000-0001-5982-3114>

Anatoly S. Novoselov<sup>2</sup>, anser-rock-bard@mail.ru  <https://orcid.org/0000-0002-6907-0424>

<sup>1</sup>FSAEI HE Lomonosov Northern (Arctic) Federal University, 17 Severnaya Dvina Embankment, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation

<sup>1</sup>FSBEI HE Vologda State University, 160000, 15 Lenina Street, Vologda, Russian Federation

#### Abstract

In the Sokolsky district of the Vologda region of Russian Federation, the influence of continuous harvesting of wood in drained pine forests on the taxation and macrostructural parameters of common pine trees (*Pinus sylvestris* L.) was determined. The objects of the study are represented by pine forests: the main species is Scots pine (*P. sylvestris* L.) with an admixture of common spruce (*Picea abies* (L.) H. KARST.) and birch (*Betula pendula* Roth). The drained forest objects were selected after the continuous harvesting of wood and a control stand (without logging), temporary test areas (runway) were delimited. Drainage measures in experimental forests were carried out in 1972. Continuous logging was carried out in 2005 when skidding technological drags were attached to the main corridor at an angle of 45 degrees. The distribution of the number of *P. sylvestris* L. trees by thickness steps within the boundaries of the runway in 83% ( $p < 0.05$ ) of cases tends to normal. Average periodical growth of late wood *P. sylvestris* L. on the runway after drainage increased in the channel position by 30 % ( $t_{\text{fact}} \geq t_{\text{st}}$ ;  $4.51 > 2.70$ ;  $p < 0.01$ ), and after intermittent logging increased by 19 % ( $t_{\text{fact}} \geq t_{\text{st}}$ ;  $1.99 > 1.71$ ;  $p < 0.1$ ). Carrying out continuous complex harvesting of wood in drained pine forests has a positive effect on increasing the stock (by 38%), while in stands without logging – by 28 %.

**Keywords:** Scots pine, *Pinus sylvestris* L., hydro technical reclamation, selective fell, annual ring width, late wood, damp-growing wood stock.

**Funding:** this research received no external funding.

**Acknowledgments:** Authors thanks the reviewers for their contribution to the peer review.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Popov O. S., Tretyakov S. V., Novoselov A. S. (2023). Silvicultural efficiency of the partial cut in pine forests after hydro technical reclamation in the Sokolsky district of the Vologda region. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forestry Engineering journal], Vol. 13, No. 4 (52), part 1, pp. 72-91 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2023.4/5>.

**Received** 31.05.2023. **Revised** 26.11.2023. **Accepted** 27.11.2023. **Published online** 29.12.2023.

#### Введение

На территории России сосредоточено около четверти всех лесов планеты. Российский лесной комплекс – опора устойчивого экономического развития страны [5]. Одной из приоритетных задач лесного хозяйства остаётся повышение продуктивно-

сти лесных насаждений [4, 7]. К наиболее эффективному лесохозяйственному мероприятию относится проектирование мелиоративной сети каналов на лесных заболоченных землях. Осушение почв на переувлажненных территориях посредством применения гидротехнической мелиорации оказывает комплекс-

ное влияние на изменения условий роста лесных фитоценозов на длительный временной период [12, 21].

При проведении гидролесоосушительной мелиорации происходит процесс трансформации почвы, вода в верхних слоях горизонта насыщается кислородом, образуя благоприятные условия для развития флоры и фауны, при этом также снижается уровень грунтовых вод [3, 5, 9]. При организации сети самотечных каналов улучшается товарная структура древостоев, повышается их бонитет, увеличиваются приросты древесины [20, 23]. Подтверждено, что осушаемые леса по запасам и товарности не уступают высокобонитетным насаждениям на дренированных почвах [17]. Бореальным лесам свойственны замедленные темпы роста, это обуславливает их отзывчивость на проведение мелиоративных работ при более высоком возрасте [17].

Более 40 % площади лесного фонда на территории Европейского Запада России занимают избыточно-увлажнённые почвы [17]. В регионе осушались преимущественно средневозрастные сосновые древостои (67 %) на верховом типе торфяной залежи [2]. В Вологодской области в период с 1953 по 1973 годы проводились работы по искусственному дренажу, следовательно, прошло более 50 лет, что даёт возможность получить полную оценку влияния проведения гидротехнической мелиорации на рост лесных насаждений.

В настоящее время мероприятия по проведению и поддержанию гидротехнической мелиорации в РФ почти полностью прекращены по ряду причин, в том числе экономическим, что приводит к полному прекращению их работы (оплыв бровок и зарастание каналов).

Эффективность гидролесоосушительной мелиорации, как одного из методов повышения продуктивности лесов, может быть увеличена применением в дополнение другими видами лесохозяйственных мероприятия, в том числе заготовкой древесины [5, 13]. Опыт проведения несплошной лесозаготовки в осушаемых условиях роста свидетельствует об увеличении приростов древесины в первые годы после её проведения [16, 18, 22]. Через один-два года после заготовки происходит заметное увеличение таксационных показателей, таких как

диаметр, высота и запас [1, 8, 13]. Наилучшие показатели отмечаются в насаждениях, пройденных лесозаготовкой интенсивностью до 20 % [15, 19].

Для сохранения породного состава при лесозаготовке необходимо оставлять молодое поколение *P. sylvestris* L. на доращивание, так как после проведения сплошной заготовки формируются в основном елово-березовые насаждения [6]. При оставлении молодого поколения *P. sylvestris* L. запас вырубленной древесины изменится незначительно, но при этом на территории формируются высокобонитетные сосново-еловые древостои [11, 17]. Несплошную заготовку древесины в осушаемых условиях роста рекомендуется применять при относительной полноте насаждений не менее 0,6 и запасе от 100 м<sup>3</sup>/га, при этом рекомендуемая доля высоковозрастных деревьев варьируется от 20 до 70 % [10, 14, 17].

*Цель исследования* – определить влияние проведения несплошной заготовки древесины на изменение сыро-растущих запасов и особенности прироста древесины в осушаемых сосняках Сокольского района Вологодской области.

Для достижения цели были сформулированы следующие задачи:

1) Получить распределение числа деревьев *P. sylvestris* L. по ступеням толщины в границах временных пробных площадей.

2) Определить среднепериодический прирост древесины *P. sylvestris* L. на объектах исследования по разным периодам влияния искусственного дренажа и несплошной заготовки древесины (с учётом расположения деревьев внутри пазок, оставленных на доращивание).

3) Определить влияние увеличения количества лет после заготовки на прирост древесины *P. sylvestris* L. по радиусу.

4) Выявить влияние последствий антропогенного влияния (осушение и несплошная рубка леса) на основные макроструктурные параметры древесины *P. sylvestris* L. (содержание поздней (ПД) и ранней (РД) древесины в годичном кольце, ширина годичного кольца (ШГК).

### Материалы и методы

В ходе проведения полевых исследований (работы проведены в 2022 г.) подобрано два осушаемых опытных лесных объекта, расположенных в

Сокольском районе Вологодской области. На первом – в зимний период 2005 года проведён первый приём несплошной заготовки древесины комплексным методом: удалялись сухостойные, фаутные и деревья старого поколения (перестойные). Второй приём удаления древостоя планируется по истечению срока в два класса возраста. Трелёвочные технологические коридоры соединяются с магистральными под углом в  $45^\circ$  – ВПП 13–16, 17–20, 38 и 39; ширина пасеки – 30 м; интенсивность заготовки – 40 % по запасу (рис. 1). Валка деревьев с одновременной раскряжёвкой хлыстов на сортименты проводилась бригадой вальщиков, трелёвка на погрузочный пункт – колёсным трактором с челюстным захватом, вывозка с погрузочного пункта – автопоездом с системой погрузки «Фискарс».

Тип торфяной залежи на всех объектах исследования – мезотрофный. Мощность торфяного слоя почвы на объекте лесозаготовки, расположенного между волоками, – 30 см, на ВПП 38 и 39 – в среднем 70 см. В контрольном древостое без заготовки древесины толщина торфяного слоя достигает 100 см. Осушительные каналы находятся в удовлетворительном рабочем состоянии. Осушение лесов в области проводилось до 1973 году открытыми самоотечными каналами. Лесозаготовка проведена с участием сотрудников Вологодской региональной лаборатории «СевНИИЛХ» под руководством Н.А. Дружинина [2].

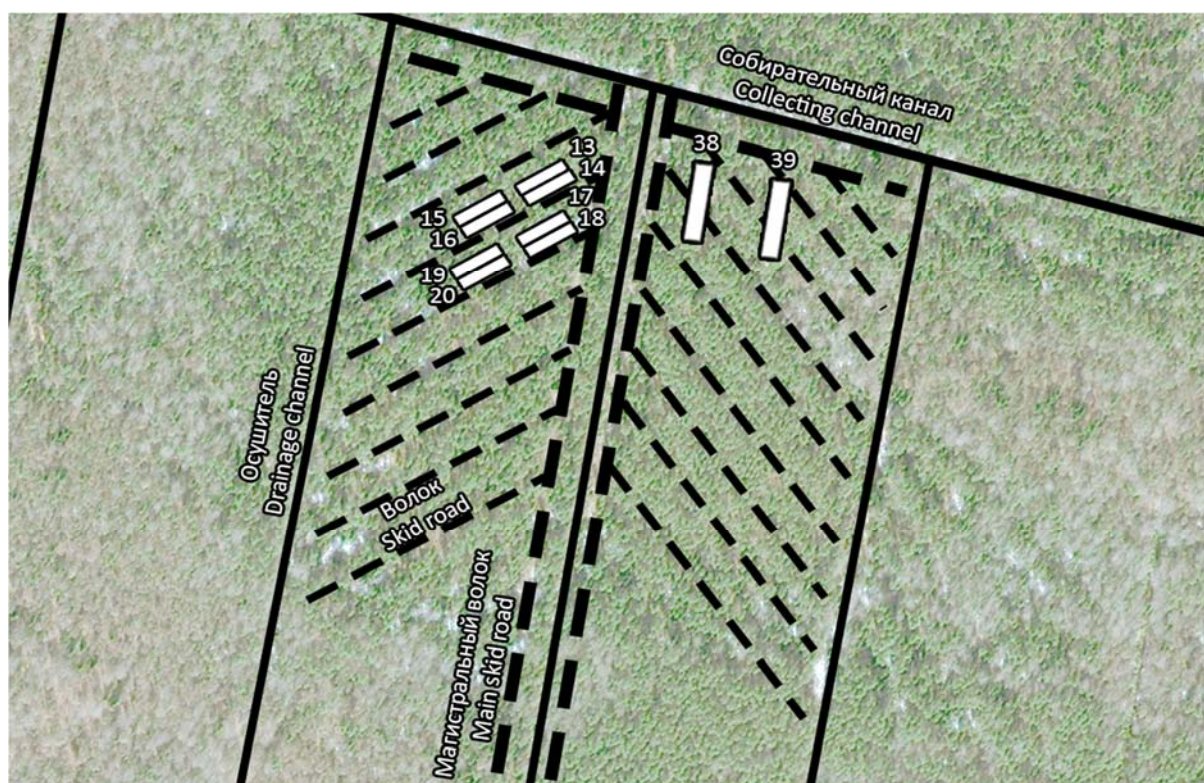


Рисунок 1. Схема расположения временных пробных площадей после проведения несплошной заготовки древесины в Сокольском районе Вологодской области (расстояние между осушительными каналами (в том числе для другого объекта) – 140 м).

Figure 1. Location scheme of temporary trial plots after partial cut in the Sokolsky district of the Vologda region

Источник: собственная композиция авторов

Source: author's composition

До проведения гидролесомелиорации объекты исследования относились к осоково-сфагновой

группе типов леса. После осушения и трансформации лесорастительных условий, в зависимости от

мощности и типа торфяной залежи, сформировались два типа леса.

В подлеске отмечены рябина и малина. В напочвенном покрове превалирует черника, встречаются папоротник, кислица и зелёный мох. В качестве контроля (для установления влияния на таксационные параметры деревьев *P. sylvestris* L. выборочной лесозаготовки) изучался осушаемый сосняк без проведенной в них заготовки древесины ВПП 21 и 22 (рис. 2).

ВПП ленточного типа отграничивались длинной стороной вдоль осушительного канала и трелёвочного волока с шириной 10 м.

Для исследования макроструктуры древесины на каждом объекте были отобраны и изучены керны доминантной породы в общем количестве 121 штук при минимальном количестве в 6 кернов на пробной площади. Образцы древесины выбурива-

лись на высоте в 0,6 м от шейки корня дерева возрастным буравом «Haglof». Для макроструктурных исследований керны зачищались лезвием, покрывались тонким слоем мела для более чёткого отображения годовичных колец и сканировались в высоком разрешении (1200 dpi). Точность измерения опытных поздних и ранних трахеид – 0,05 мм. Замеры проводились в программной среде Paint.net (вер. 5.0.3).

В контрольном объекте для проведения макроструктурных исследований обособлялся временной диапазон в связи с большой разницей в возрасте с остальными ВПП. Статистическая обработка опытных данных проводилась с помощью вариационного, корреляционного и регрессионного видов анализа во внутреннем специализированном пакете MS Excel (значимость по Стьюденту – 0,5, 0,1 и 0,01).



Рис. 2. Схема расположения контрольных временных пробных площадей в Сокольском районе Вологодской области.

Figure 2. Location scheme of control temporary trial plots in the Sokolsky district of the Vologda region

Источник: собственная композиция авторов

Source: author's composition

## Результаты

В сосняке после несплошной заготовки древесины, расположенного вдоль магистрального волока, наибольшие средние диаметры – 23,7 см (больше на 11 %, чем в сосняке между волоками лесозаготовки) (табл. 1). Средняя высота и запас по *P. sylvestris* L. в древостое после несплошной заготовки древесины в приканальном положении выше

на 21 и 41 %, соответственно, относительно центральной части осушаемого пространства. Сосновые древостои после несплошной лесозаготовки уступают по запасу контрольным соснякам (меньше на 52 %), что обусловлено удалением части деревьев. По этой же причине в сосняке без проведения заготовки густота выше (на 54 %). Средняя величина сухостоя деревьев *P. sylvestris* L. в древостоях после равномерного прореживания составила 3 %.

Таблица 1

Лесоводственно-таксационная характеристика осушаемых сосновых древостоев

Table 1

Silvicultural-taxation characteristics of drained pine stands

Номер ВПП   Temporary plot number	Положение в осушаемой полосе*   Position in the drained strip*	Состав древостоя   Stand composition	Бонитер   Growth class	Порода   Species of wood	Средние   Average			Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га   Stand basal area, m <sup>2</sup> per hectare	Полнота   Degree of closeness	Густота, экз./га   Density, specimens per hectare	Запас, м <sup>3</sup> /га   Growing stock, m <sup>3</sup> per hectare	
					Возраст, лет   Forest age, years	Высота, м   Tree height, m	Диаметр, см   Tree diameter, cm				Растущего   Damp growing	Сухого   Dry
21	ПК, К   CtC, C	10C ед. Б   10P single B	IV	С   P	117 ± 5	20	22,5 ± 0,5	54,0	1,5	1360	507,3	-
			-	Б   B	-	12	9,5 ± 1,3	0,4	<0,1	60	3,1	-
22	МК, К   BC, C	10C ед. Б   10P single B	IV	С   P	120 ± 6	21	23,7 ± 0,6	55,6	1,5	1260	530,4	-
			-	Б   B	-	10	9,5 ± 0,7	0,4	<0,1	60	2,4	-
13-16	-	7C2E1B   7P2S1B	I	С   P	70 ± 2	22	20,7 ± 0,9	13,4	0,4	400	138,9	12,1
			-	Е   S	-	12	15,1 ± 0,8	6,8	0,3	380	44,1	-
			-	Б   B	-	15	10,7 ± 0,8	1,8	0,1	200	12,9	-
17-20	-	9C1E+Б ед. Ос   9P1S+B single A	I	С   P	72 ± 3	23	21,5 ± 0,9	26,8	0,7	740	305,9	4,98
			-	Е   S	-	14	12,9 ± 0,8	3,7	0,1	280	30,2	-
			-	Б   B	-	15	9,7 ± 0,5	1,9	0,1	260	16,8	-
			-	Ос   A	-	14	12,0 ± 0,3	0,5	<0,1	40	3,28	-

38	ПК   CtC	9C1E+B   9P1S+B	I	C   P	74 ± 2	24	22,5 ± 0,8	32,6	0,9	820	343,9	7,7
			-	E   S	-	11	13,7 ± 0,7	5,9	0,3	400	41,5	-
			-	B   B	-	12	9,3 ± 0,3	1,5	0,1	220	7,7	-
39	МК   BC	8C1B1E   8P1B1S	II	C   P	70 ± 1	19	24,9 ± 0,9	22,4	0,6	460	202,4	6,4
			-	B   B	-	14	12,6 ± 0,8	4,7	0,2	380	36,6	-
			-	E   S	-	11	14,5 ± 1,4	4,7	0,2	280	26,4	-

Примечание: \* – приканальное (ПК) и межканальное (МК) положения в осушаемом пространстве между двумя регулирующими каналами; К – контроль без заготовки древесины

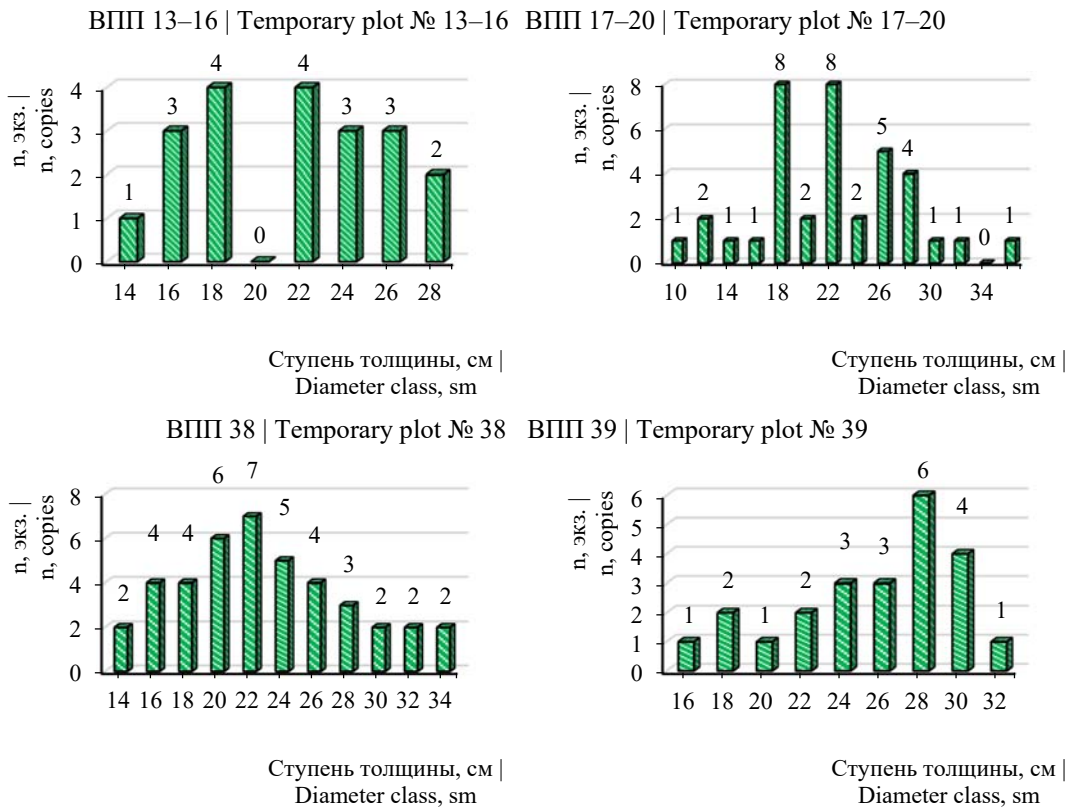
Note: \* – Close (CtC) and between (BC) canals positions in drainage area among two regulating canals; C – control tree stands without logging

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculations

Рассматривая древостои, расположенные между волоками, необходимо отметить выпадение отдельных ступеней толщины в результате лесозаготовки (рис. 3).

В сосняках, расположенных вдоль магистрального волока, в приканальном положении распределение числа деревьев по двухсантиметровым ступеням толщины стремится к нормальному. В центре осушаемого пространства преобладают деревья толстомерных ступеней толщины.



ВПП 21 | Temporary plot 21    ВПП 22 | Temporary plot № 22

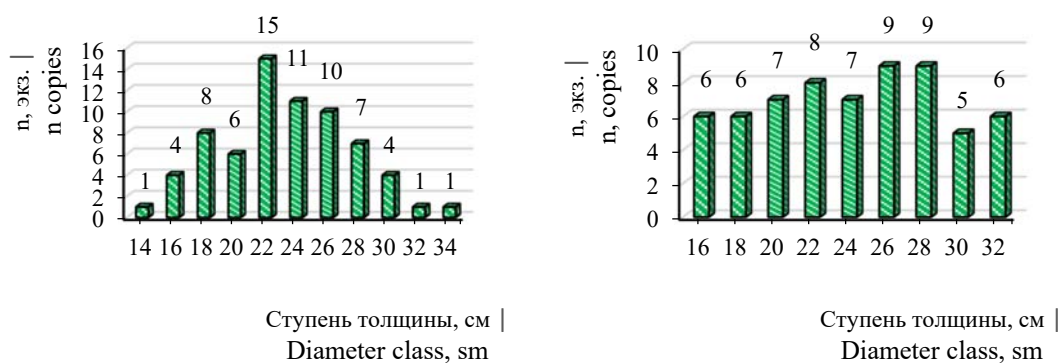


Рисунок 3. Распределение числа деревьев по ступеням толщины в исследуемых насаждениях

Figure 3. Tree number distribution by diameter class in studied plantations

Источник: собственная композиция авторов

Source: author's composition

Наибольшее увеличение сыро-растущего запаса по сосне обыкновенной (*P. sylvestris* L.) в древостоях после несплошной заготовки древесины в приканальном положении (табл. 2). В этом древостое распределение диаметров сосен наиболее близко к нормальному с превалированием средних ступеней толщины, в то время как в контрольном сосняке с идентичным положением относительно осушаемых каналов отмечено снижение деревьев со ступенью толщины в 20 см. В древостоях на ВПП 21

относительная полнота древостоя выше на 40 % относительно сосняка после заготовки деревьев в приканальном положении, при этом по приросту запаса уступают на 6 % сосняку после лесозаготовки, что может быть объяснено снижением приростов в высоковозрастных древостоях. Оба сравниваемых древостоя расположены вблизи осушительных каналов с примерно одинаковым слоем торфяной залежи.

Таблица 2

Лесоводственная эффективность (изменение сыро-растущего запаса (в м<sup>3</sup>) несплошной заготовки древесины в искусственно-дренируемых лесах

Table 2

Silvicultural efficiency (change in wet-growing stock (in m<sup>3</sup>) of partial cut in artificially drained forests

Номер ВПП, индекс типа леса   Temporary plot number, forest type index	на 2018 год   for 2018 year		на момент лесозаготовки   at a point in timber cutting		изменение показателя за 14 лет   change in indicator for over 14 years			среднегодовое изменение   average annual change	
	на ВПП   for temporary plot number	на 1 га   for one hectare	на ВПП   for temporary plot number	на 1 га   for one hectare	на ВПП   for temporary plot number	на 1 га   for one hectare	в %   in %	на ВПП   for temporary plot number	на 1 га   for one hectare
21, С. бр.-з.-м., ос.   21, green moss, vaccinium type pine stand, drained	16,2	324,4	11,5	229,9	4,7	94,5	29	0,4	7,3



22, С. бр.-з.-м., ос.   22, green moss, vaccinium type pine stand, drained	17,7	353,8	13,2	263,6	4,5	90,3	26	0,3	6,9
13–16, С. чер., ос.   13–16, myrtillus type pine stand, drained	5,7	114,4	3,8	75,4	1,9	38,9	34	0,1	3,0
17–20, С. чер., ос.   17–20, myrtillus type pine stand, drained	11,4	227,5	7,7	154,3	3,7	73,7	32	0,3	5,6
38, С. чер., ос.   38, myrtillus type pine stand, drained	13,1	262,4	8,1	161,5	5,0	100,9	38	0,4	7,8
39, С. чер., ос.   39, myrtillus type pine stand, drained	7,2	144,6	3,9	77,8	3,3	66,8	46	0,3	5,1

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculations

За период с 2005 по 2018 годы прирост запаса в контрольных древостоях без заготовки выше, в среднем, на 1,1 м<sup>3</sup>/ВПП, относительно сосняков после несплошной лесозаготовки. Это связано с большим исходным сыро-растущим запасом на контрольных объектах на момент лесозаготовки – 246,8 м<sup>3</sup>/га, который выше на 52 %, чем в древостоях после несплошной заготовки (117,3 м<sup>3</sup>/га). Увеличение показателя сыро-растущего запаса древостоя по сосне обыкновенной (*P. sylvestris* L.) за период в 14 лет после проведения несплошной заготовки древесины выше на 9 % в древостоях после заготовки древесины относительно контрольных объектов, следовательно несплошная заготовка древесины положительно влияет на увеличение сыро-растущего запаса древесины *P. sylvestris* L.

После проведения осушения среднепериодический прирост поздней древесины в приканальном положении увеличился на 30 % ( $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{ст}}$ ; 4,51 > 2,70), доказано на 99 % уровне значимости (табл. 3). Разница в изменении прироста годичного кольца *P. sylvestris* L. после осушения незначительна – <1 %. В межканальном положении приросты поздней древесины увеличились на 26 % ( $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{ст}}$ ; 4,51 > 2,70), доказано на 99 % уровне значимости, а ширина годичного кольца увеличилась на 4 %, что удалось доказать на 50 % уровне значимости ( $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{ст}}$ ; 0,75 > 0,68).

После проведения несплошной заготовки среднепериодический прирост древесины в приканальном положении увеличился на 19 % ( $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{ст}}$ ; 1,99 > 1,71), доказано на уровне значимости 90 %, в том числе прирост поздней древесины, который увеличился на 36 % ( $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{ст}}$ ; 3,16 > 2,78 на уровне значимости 99 %. В межканальном осушаемом пространстве увеличение радиального роста древесины после лесозаготовки достигает 9 % ( $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{ст}}$ ; 1,12 > 0,68, что доказано на 50 % уровне), приросты поздней древесины увеличились на 20 % ( $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{ст}}$ ; 1,97 > 1,69, что доказано на 90 % уровне).

В приканальном и межканальном положениях среднепериодический прирост годичного кольца *P. sylvestris* L. в древостоях после лесозаготовки выше на 51 % приростов в контрольных объектах без проведения лесозаготовки со схожими условиями расположения относительно канальной сети.

Сравнивая среднепериодические приросты древесины в сосняках после несплошной заготовки древесины относительно их расположения в осушаемом пространстве выявлено пятипроцентное увеличение ширины годичного кольца в приканальном положении относительно межканального пространства, что доказать статистически не удалось.

Среднепериодический прирост древесины *P. sylvestris* L. в миллиметрах  
по периодам влияния лесоводственных мероприятий (параметры макроструктуры)

Table 3

*P. sylvestris* L. wood average periodic growth in millimeters  
by period of silvicultural activity influence (macrostructure parameters)

Номер ВПП, параметры*   Temporary plot number, parameters*	До осушения   Before draining						Число годовичных колец в одном см, n.   Number of annual rings in one centimeter, n
	ПД   Late wood		РД   Early wood		ШГК   Annual ring width		
	М	± m <sub>М</sub>	М	± m <sub>М</sub>	М	± m <sub>М</sub>	
13, ПК, ЦП   CtC, CA	0,50	0,03	1,26	0,34	1,76	0,35	8,57
14, ПК, КП   CtC, EA	0,34	0,02	1,06	0,07	1,39	0,08	6,60
15, МК, ЦП   BC, CA	0,46	0,01	0,77	0,02	1,23	0,03	7,75
16, МК, КП   BC, EA	0,30	0,01	0,93	0,02	1,23	0,03	8,00
17, ПК, ЦП   CtC, CA	0,30	0,02	0,88	0,04	1,17	0,05	7,78
18, ПК, КП   CtC, EA	0,31	0,02	0,92	0,05	1,22	0,05	8,11
19, МК, ЦП   BC, CA	0,33	0,02	0,87	0,04	1,20	0,04	9,80
20, МК, КП   BC, EA	0,37	0,03	1,14	0,09	1,51	0,11	6,88
21, ПК; К   CtC, C	0,19	0,01	0,47	0,02	0,67	0,02	18,23
22, МК; К   BC, C	0,22	0,01	0,56	0,02	0,78	0,02	15,67
38, ПК; ЗАГ   CtC, partial cut	0,31	0,01	0,71	0,02	1,02	0,03	13,00
39, МК; ЗАГ   BC, partial cut	0,48	0,02	0,71	0,03	1,19	0,04	10,33
Номер ВПП, параметры*   Temporary plot number, parameters*	После осушения до лесозаготовки   After draining before timber cutting						Число годовичных колец в одном см, n.   Number of annual rings in one centimeter, n
	ПД   Late wood		РД   Early wood		ШГК   Annual ring width		
	М	± m <sub>М</sub>	М	± m <sub>М</sub>	М	± m <sub>М</sub>	
13, ПК, ЦП   CtC, CA	0,62	0,04	0,69	0,04	1,31	0,06	8,78
14, ПК, КП   CtC, EA	0,46	0,02	0,76	0,02	1,22	0,03	7,80
15, МК, ЦП   BC, CA	0,72	0,03	0,76	0,02	1,48	0,04	7,60
16, МК, КП   BC, EA	0,42	0,02	0,86	0,02	1,27	0,03	9,22
17, ПК, ЦП   CtC, CA	0,36	0,02	0,75	0,03	1,11	0,05	9,11
18, ПК, КП   CtC, EA	0,55	0,03	0,92	0,03	1,46	0,05	7,11
19, МК, ЦП   BC, CA	0,45	0,02	0,71	0,02	1,15	0,04	9,20
20, МК, КП   BC, EA	0,49	0,03	1,01	0,06	1,51	0,07	6,67
21, ПК; К   CtC, C	0,31	0,01	0,53	0,02	0,84	0,03	10,67
22, МК; К   BC, C	0,27	0,01	0,52	0,01	0,79	0,02	12,08
38, ПК; ЗАГ   CtC, partial cut	0,51	0,02	0,92	0,02	1,43	0,04	4,00
39, МК; ЗАГ   BC, partial cut	0,54	0,03	0,67	0,03	1,21	0,06	10,83
Номер ВПП, параметры*   Temporary plot number, parameters*	После лесозаготовки   After timber cutting						Число годовичных колец в одном см, n.   Number of annual rings in one centimeter, n
	ПД   Late wood		РД   Early wood		ШГК   Annual ring width		
	М	± m <sub>М</sub>	М	± m <sub>М</sub>	М	± m <sub>М</sub>	

Номер ВПП, параметры*   Temporary plot number, parameters*	До осушения   Before draining						Число годовых колец в одном см, n.   Number of annual rings in one centimeter, n
	ПД   Late wood		РД   Early wood		ШГК   Annual ring width		
	М	± мм	М	± мм	М	± мм	
13, ПК, ЦП   CtC, CA	1,17	0,16	0,81	0,11	1,98	0,24	6,78
14, ПК, КП   CtC, EA	0,68	0,05	0,80	0,05	1,48	0,09	7,40
15, МК, ЦП   BC, CA	0,76	0,08	0,56	0,03	1,32	0,10	9,11
16, МК, КП   BC, EA	0,42	0,03	0,62	0,03	1,04	0,05	8,56
17, ПК, ЦП   CtC, CA	0,65	0,07	0,75	0,06	1,40	0,12	9,75
18, ПК, КП   CtC, EA	0,62	0,06	0,77	0,05	1,40	0,10	8,75
19, МК, ЦП   BC, CA	0,64	0,04	0,81	0,04	1,45	0,07	8,10
20, МК, КП   BC, EA	0,79	0,10	1,31	0,12	2,11	0,20	5,78
21, ПК; К   CtC, C	0,31	0,02	0,45	0,02	0,77	0,04	10,57
22, МК; К   BC, C	0,33	0,02	0,40	0,02	0,73	0,04	10,33
38, ПК; ЗАГ   CtC, partial cut	0,73	0,05	1,02	0,03	1,75	0,06	6,00
39, МК; ЗАГ   BC, partial cut	0,92	0,06	1,00	0,04	1,92	0,09	5,83

Примечание: положение в пасеке древостоя, оставленного на доразрешение (ЦП – центр, КП – край пасеки)

Note: \* – position in the apiary of the forest stand left for growing (CA – center of the apiary, EA – edge of the apiary)

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculations

Рассматривая радиальный рост древесины при разном расположениях сосен в пасеках заготовки древесины отмечено, что наибольшие среднепериодические приросты в древостоях, расположенных в приканальном положении центральной части пасеки заготовки древесины – 1,69 мм, что выше на 15 % приростов в древостоях с идентичным расположением в канальной сети на краю пасеки ( $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{ст}}$ ;  $1,23 > 0,70$ , что доказано на 50 % уровне).

После гидротехнической мелиорации число годовых колец в одном сантиметре у древостоев на ВПП 13–20, 38 и 39 снизилось на 7 %, в то время как в контрольных древостоях на 33 %. После проведения несплошной заготовки древесины число годовых колец в одном сантиметре в сосняках после лесозаготовки снизилось на 5 %, в контрольных древостоях без удаления части древостоя число годовых колец в одном сантиметре снизилось на 8 %.

После проведения лесосушительной гидротехнической мелиорации среднепериодический радиальный прирост увеличился в древостоях, расположенных между волоками лесозаготовки, на 0,24 мм/год (на 8 %), в опытных сосняках, отграниченных вдоль магистрального волока, на 0,60 мм/год (на 24 %) и в контрольном объекте на 0,04 мм/год (на 2 %) (табл. 4). Среднепериодический прирост поздней древесины вследствие осушения увеличился в древостоях после несплошной заготовки древесины на 0,27 мм/год (27 %), в контрольных сосняках на 0,16 мм/год, что эквивалентно 26 %. Процентное содержание поздней древесины после проведения лесосушительной мелиорации на всех опытных объектах равномерно увеличилось (от 4 до 9 %), что положительно отражается на макроструктурных особенностях древесины в промышленном отношении.

Влияние мелиорации на радиальный прирост древесины (в числителе – совокупный прирост, в знаменателе – среднепериодический прирост, в мм)

Reclamation influence of the radial wood growth (in the numerator – cumulative growth, in the denominator – average periodic increase, in millimeters)

Номер ВПП, параметры   Tem- porary plot number, parameters,	Возрастной диапазон*   Age range*	Период до мелиорации   Period before reclamation			Период после мелиорации   Period after reclamation		
		по радиусу   along the radius	поздней древесины   late wood	% поздней древесины   % of late wood	по радиусу   along the radius	поздней древесины   late wood	% поздней древесины   % of late wood
22, МК; К   22, ВС; С	46	79,0 1,72	21,8 0,47	28	72,0 1,57	26,8 0,58	37
21, ПК; К   21, СтС; С	37	56,0 1,51	16,2 0,44	29	64,3 1,74	24,0 0,65	37
16, МК, КП   16, ВС, ЕА	24	59,9 2,50	15,0 0,63	25	63,3 2,64	21,0 0,88	33
39, МК; ЗАГ   39, ВС; partial cut	22	44,3 2,01	19,1 0,87	43	49,6 2,25	22,2 1,01	45
38, ПК; ЗАГ   38, СтС; partial cut	22	40,4 1,84	12,7 0,58	31	61,6 2,80	21,4 0,97	35
20, МК, КП   20, ВС, ЕА	20	64,1 3,21	16,7 0,84	26	63,3 3,17	21,8 1,09	34
19, МК, ЦП   19, ВС, СА	20	44,8 2,24	12,4 0,62	28	48,6 2,43	19,0 0,95	39
15, МК, ЦП   15, ВС, СА	20	47,6 2,38	17,8 0,89	37	57,7 2,89	27,1 1,36	47
17, ПК, ЦП   17, СтС, СА	18	46,6 2,59	12,9 0,72	28	53,6 2,98	16,8 0,93	31
14, ПК, КП   14, СтС, ЕА	18	48,9 2,72	13,5 0,75	28	54,0 3,00	18,3 1,02	34
18, ПК, КП   18, СтС, ЕА	15	37,9 2,53	10,2 0,68	27	43,4 2,89	14,1 0,94	32
13, ПК, ЦП   13, СтС, СА	13	32,9 2,53	10,4 0,80	32	33,6 2,58	13,3 1,02	40

Примечание: \* – количество лет до мелиорации и аналогичный период лет после её проведения

Note: \* – the number of years before reclamation and the same period of years after it

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculations

## Обсуждение

Среднепериодический радиальный прирост древесины *P. sylvestris* L. выше в приканальном положении на 7 % (или 0,17 мм/год) относительно центральной части осушаемого пространства. Среднепериодический прирост поздней древесины по радиусу и содержание поздней древесины в годовичном

кольце (в %) выше в межканальном положении на 6 и 3 %, соответственно.

В древостоях, после проведённой несплошной заготовки древесины суммарный радиальный прирост древесины увеличился в среднем на 6,13 мм (12 %) (рис. 4).

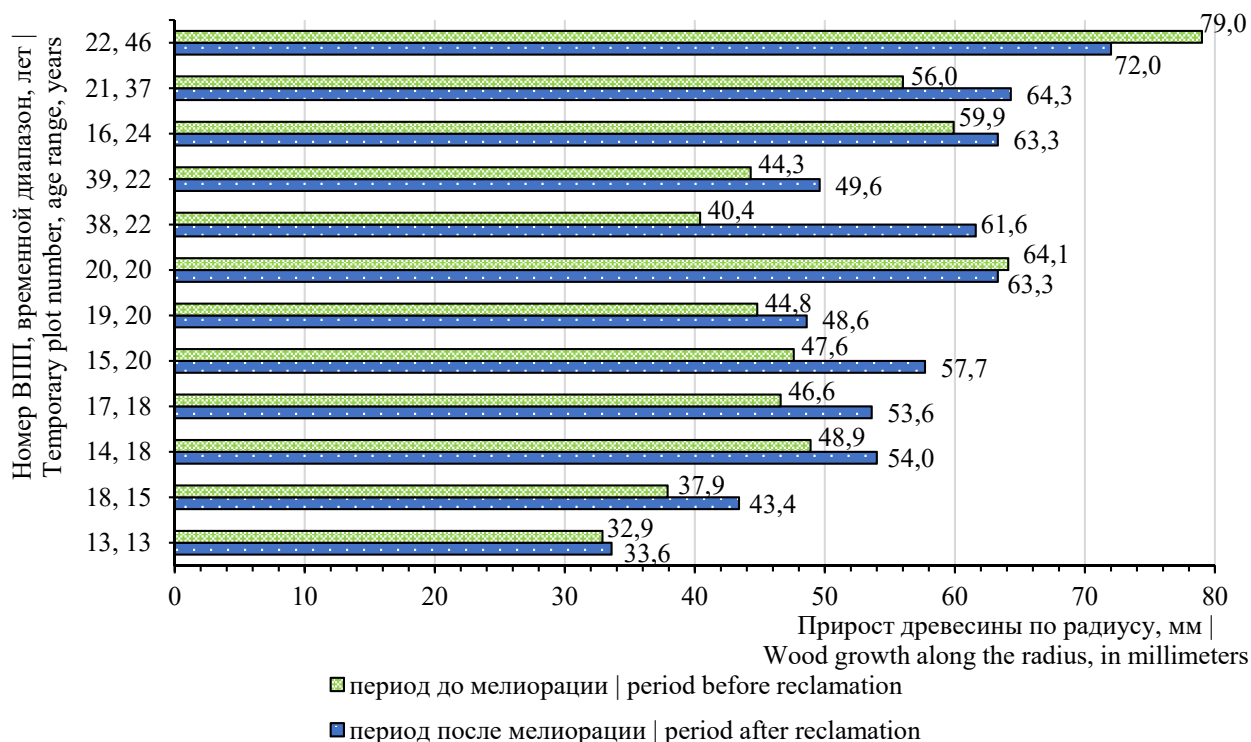


Рисунок 4. Суммарный радиальный прирост древесины *P. sylvestris* L. под влиянием осушения

Figure 4. The total radial growth in diameter of *P. sylvestris* L. wood under the drainage influence

Источник: собственная композиция авторов

Source: author's composition

В сосняках, расположенных в пасеке заготовки древесины, увеличение на 4,35 мм (8 %), в опытных древостоях, отграниченных вдоль магистрального волока на 13,25 мм (24 %). Наибольшая разница в суммарном значении радиального прироста (больше на 21,2 мм или 34 % после лесосушительной мелиорации) в сосняке, расположенном на ВПП 38. В приканальном положении суммарные радиальные приросты древостоев выше на 45 % (3,54 мм, в среднем) относительно сосняков, расположенных в центральной части осушаемого пространства.

Наибольшее значение среднего коэффициента автокорреляции приростов по объектам в сосняках после несплошной заготовки древесины, расположенных параллельно магистральному волоку, – 0,46 (табл. 5). Это может быть связано с наибольшими диаметрами деревьев на таком типе объекта – 23,7 см в среднем в приканальном и межканальном положениях (превышает значение диаметров на контрольных сосняках на 2,5 %). При таком расположении относительно волока в приканальном положении значение автокорреляции выше на 41 %, относительно центральной части осушаемого пространства.

Автокорреляция радиальных приростов в изучаемых сосняках

Table 5

Radial growths autocorrelation in the studied pine forests

Номер ВПП, параметры   Temporary plot number, parameters	Коэффициент автокорреляции   Autocorrelation co- efficient	Номер ВПП, параметры   Temporary plot number, parameters	Коэффициент автокорреляции   Autocorrelation co- efficient
13, ПК, ЦП   13, CtC, CA	0,27	19, МК, ЦП   19, BC, CA	0,26
14, ПК, КП   14, CtC, EA	0,23	20, МК, КП   20, BC, EA	0,25
15, МК, ЦП   15, BC, CA	0,05	21, ПК, К   21, CtC; C	0,21
16, МК, КП   16, BC, EA	0,17	22, МК, К   22, BC; C	0,24
17, ПК, ЦП   17, CtC, CA	0,14	38, ПК, ЗАГ   38, CtC; partial cut	<b>0,58</b>
18, ПК, КП   18, CtC, EA	0,26	39, МК, ЗАГ   39, BC; partial cut	<b>0,34</b>

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculations

На объектах после проведения несплошной заготовки древесины средний коэффициент автокорреляции радиальных приростов – 0,26, что на 12 % больше, чем в древостоях без проведения лесозаготовки. С краю пасеки коэффициент автокорреляции приростов выше на 21 % (0,21), чем в центральной части пасеки (0,18), что свидетельствует о более благоприятных условиях роста.

На всех ВПП установлена отрицательная зависимость совокупных радиальных приростов древесины *P. sylvestris* L. от числа лет (в годах) проведения лесозаготовки за исключением ВПП 18 со слабой (<0,30) теснотой связи (табл. 6). Наибольший отрицательная теснота связи ШГК от давности изъятия древесины в сосняках после несплошной лесозаготовки, расположенных между волоками (-0,81), что можно оценить как «высокая» при среднем отрицательном значении достоверности -20,31. При таком расположении ВПП коэффициент корреляции

выше на 10 % относительно древостоев без изъятия древесины за идентичный временной промежуток. Разница тесноты связи показателей ПД и ШГК от количества лет после заготовки составляет менее одного процента.

Подобраны линейные уравнения при отрицательной зависимости данных ширины поздней древесины и годичного кольца от количества лет после проведения лесозаготовки на осушаемых лесных объектах (рис. 5). Приведённые регрессии могут быть применимы с вероятностью верного заключения в 50 % для зависимости совокупного прироста поздней древесины от числа лет после проведения заготовки древесины, используя анализ по критерию Фишера:  $F_{расч} (1,55) > F_{табл} (1,00)$  и в 99 % для зависимости совокупного прироста годичного кольца от числа лет после лесозаготовки  $F_{расч} (24,42) > F_{табл} (3,91)$ .

Таблица 6

Уровни связи совокупных радиальных приростов древесины *P. sylvestris* L. с количеством лет, прошедшим после лесозаготовки

Table 6

Connection levels of *P. sylvestris* L. wood cumulative radial increments with the number of years that have passed since timber harvesting

Номер ВПП   Temporary plot number	ПД   late wood		ШГК   annual ring width		Номер ВПП   Temporary plot number	ПД   late wood		ШГК   annual ring width	
	r	t	r	t		r	t	r	t
13	-0,74	-5,99	-0,79	-7,43	19	-0,89	-15,84	-0,94	-28,27

14	<b>-0,92</b>	-21,32	<b>-0,97</b>	-60,91	20	-0,84	-10,25	-0,84	-10,02
15	-0,86	-12,28	-0,87	-13,40	21	-0,75	-6,22	-0,88	-14,32
16	-0,52	-2,56	-0,23	-0,89	22	-0,72	-5,37	-0,58	-3,19
17	-0,87	-12,90	-0,93	-23,34	38	-0,76	-6,39	-0,84	-10,45
18	-0,86	-12,20	-0,91	-18,25	39	0,06	0,23	0,08	0,29

Примечание: жирным выделены наибольшие коэффициенты отрицательной корреляции, к которым были подобраны регрессии

Note: the largest negative correlation coefficients are highlighted in bold, to which the regressions were fitted

Источник: собственные вычисления авторов

Source: own calculations

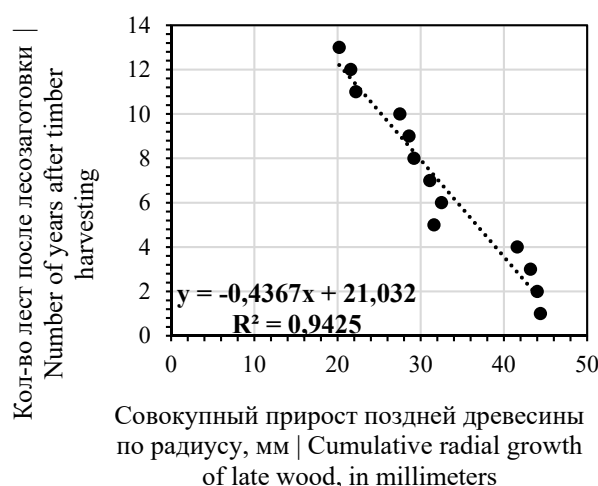
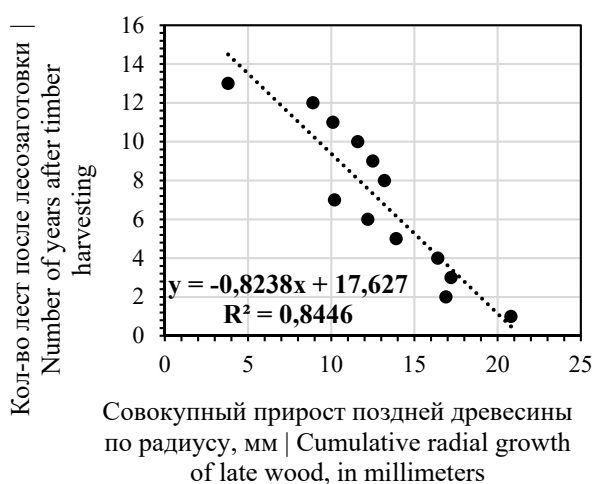


Рисунок 5. Формулы зависимостей ширины поздней древесины (А) и годового кольца (Б) от количества лет после лесозаготовки (ВПП 14)

Figure 5. Formulas for the late wood width (A) and annual ring (B)

dependence of the number of years after timber harvesting (Temporary plot number 14)

Источник: собственная композиция авторов

Source: author's composition

Представлены полученные уравнения зависимостей линейного типа поздней древесины и годового кольца от числа лет после проведения лесозаготовки с высокими коэффициентами аппроксимации (табл. 7). Практически все уравнения, при таком значении коэффициента аппроксимации, подобраны

для сосняков, отграниченных между волоками лесозаготовки, за исключением ВПП 21. При таком расположении древостоев удалось подобрать уравнения для 63 % ВПП. В частности, получилось подобрать уравнения ШГК от числа лет после лесозаготовки с коэффициентом аппроксимации  $\geq 0,9$  на ВПП 14, 17 и 19, приближающиеся к 100 %.

Таблица 7 – Линейные зависимости поздней древесины и совокупного прироста по радиусу от количества лет, прошедших после заготовки древесины

Номер ВПП   Temporary plot number	ПД   Late wood		ШГК   Annual ring width	
	уравнение   equation	R <sup>2</sup>	уравнение   equation	R <sup>2</sup>
14	$y = -0,8238x + 17,627$	0,845	$y = -0,4367x + 21,032$	0,943
15	$y = -0,6632x + 15,535$	0,746	$y = -0,546x + 19,616$	0,765

## Природопользование

17	$y = -1,0048x + 16,468$	0,757	$y = -0,7232x + 21,405$	0,857
18	$y = -0,7557x + 14,301$	0,745	$y = -0,4703x + 17,831$	0,821
19	$y = -0,6749x + 15,195$	0,797	$y = -0,474x + 20,631$	0,880
21	-	-	$y = -0,9253x + 25,017$	0,778

Источник: собственные вычисления авторов  
Source: own calculations

Наибольшее значение ширины годичного кольца древесины в сосняке на ВПП 20 (табл. 8). Различие в среднепериодическом приросте древесины за все временные периоды в древостоях после между центром и краем пасеки незначительно и составляет <5 %. Максимальный показатель ширины годичного кольца в древостоях, расположенных в центре пасеки в период до проведения мелиорации, что выше на 39 % этого значения в сосняке на краю пасеки заготовки древесины, следует учесть больший показатель основной ошибки, превосходящей на 44 % в центре пасеки, относительно значения на краю.

Несплошная заготовка древесины положительно повлияла на радиальный рост древесины *P. sylvestris* L., которая подтверждается увеличением ширины годичного кольца на 22 %. В древостоях без заготовки древесины за идентичный временной промежуток среднепериодический прирост снизился в среднем на 8 %. Рассматривая положение деревьев в осушаемой полосе, в межканальном положении приросты больше на 6 %, чем в древостоях вблизи канала.

В среднем, с 1972 по 2004 года ширина годичного кольца всех опытных деревьев увеличилась на 13 % в приканальном и на один процент в центре осушаемого пространства. Точность опыта высокая ( $p < 0,05$ ) в 83 % случаях, в остальных удовлетворительная ( $p > 0,05$ ), результаты исследования достоверны ( $t_m = 25,3$ ).

### Выводы

1. Распределение числа деревьев по ступеням толщины стремится к «нормальному» у деревьев, растущих в приканальном пространстве после проведения несплошной заготовки древесины. В контрольном древостое распределение по ступеням толщины почти равномерное.

2. В результате проведения гидротехнической мелиорации в Сокольском районе Вологодской области ширина годичного кольца у деревьев на высоте 1,3 м на всех объектах увеличилась в среднем на 3 %. Влияние несплошной рубки древесины оказало больший положительный эффект (увеличение на 0,27 мм/год) на среднепериодический прирост годичного кольца, что больше на 17 %, относительно приростов древесины *P. sylvestris* L. во временной период до проведения несплошной заготовки древесины. Среднепериодические приросты выше в сосновом насаждении после проведения выборочной рубки среди деревьев *P. sylvestris* L., произрастающей на краю пасеки лесозаготовки (в среднем на 8 % или 0,10 мм/год), относительно опытных древостоев в центральной части пасеки.

3. За временной период с 2005 по 2018 годы сыро-растущий запас в древостоях пройденных несплошной рубкой увеличился на 38 %, в то время как на контрольных объектах без рубки на 28 %, что отражает улучшение условий роста деревьев *P. sylvestris* L. после несплошной заготовки древесины.

4. Среднепериодический радиальный прирост древесины *P. sylvestris* L. по толщине на всех объектах исследования выше во временной отрезок после проведения гидротехнической мелиорации на 2,58 мм (на 10 %), чем в этих же сосновых древостоях до проведения лесосушения. В древостоях после проведения несплошной заготовки древесины установлена отрицательная связь приростов годичного кольца и поздней древесины с количеством лет, прошедшим после рубки леса – 0,72, установлено, что теснота связи ширины годичного кольца и поздней древесины снижается с увеличивающимся числом лет после равномерного разреживания древостоя.



## Список литературы

1. Даниленко, О.К. К вопросу повышения эффективности проведения рубок ухода / О.К. Даниленко, А.Н. Сухих // Системы. Методы. Технологии. – 2019. – № 3(43). – С. 105–110. – DOI 10.18324/2077-5415-2019-3-105-110. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/sitzap>.
2. Новоселов, А. С. Водно-болотные угодья Сокольского района Вологодской области / А. С. Новоселов, В. П. Уханов. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2020. – 167 с. – ISBN 978-5-87851-912-0. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/DEFBGF>.
3. Дунаев, А.И. Оценка глубины дренажа на осушаемых торфяниках с/х назначения / А.И. Дунаев // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 5(75). – С. 74–77. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41161800>.
4. Желдак, В.И. Природно-целевые объекты лесоводства - основа разработки и применения эффективных лесоводственных мероприятий в лесах различного целевого назначения / В.И. Желдак // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2019. – Т. 23, № 2. – С. 35–44. – DOI: <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2019-2-35-44>. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/zdvcff>.
5. Залесов, С.В. Санитарное состояние осушаемых сосняков Среднего Урала / С.В. Залесов, А.В. Тукачева // Лесохозяйственная информация. – 2018. – № 2. – С. 75–84. – DOI: <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2018.2.08>. Режим доступа: <https://elibrary.ru/xqfwjn>.
6. Зарубина, Л.В. Оценка возобновительных процессов под пологом приспевающих хвойных древостоев в Вологодской области / Л.В. Зарубина, А.А. Карбасников, Д.А. Пешин // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2021. – Т. 25, № 2. – С. 10–18. – DOI: <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2021-2-10-18>. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/niesaw>.
7. Ильинцев, А.С. Современная динамика лесопользования в бореальных лесах России (на примере Архангельской области) / А.С. Ильинцев, И.Г. Шамонтьев, С.В. Третьяков // Лесотехнический журнал. – 2021. – Т. 11, № 3(43). – С. 45–62. – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2020.3/4>. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/umfago>.
8. Комплексная оценка качества древесины сосны в лесных культурах разных условий местопроизрастания / В.И. Мелехов, Н.А. Бабич, С.А. Корчагов, Р.В. Щекалев // Лесоведение. – 2021. – № 2. – С. 208–216. – DOI: <https://doi.org/10.31857/S0024114821020054>. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/nlnmdj>.
9. Малышева, Н.В. Геоинформационная поддержка оценки бюджета углерода лесных экосистем / Н.В. Малышева, Т.А. Золина // Лесохозяйственная информация. – 2020. – № 1. – С. 48–56. – DOI: <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2020.1.05>. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/dpsmls>.
10. Особенности и лесоводственная эффективность проходных рубок в осушаемых лесах / Н.А. Дружинин, Ф.Н. Дружинин, О.А. Васильева [и др.] // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2023. – № 242. – С. 28–42. – DOI: <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2023.242.28-42>. Режим доступа: <https://elibrary.ru/qsutrd>.
11. Оценка культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях Республики Татарстан / С.Г. Глушко, И.Р. Галиуллин, Н.Б. Прохоренко, Ш.Ш. Шайхразиев // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2020. – Т. 24, № 6. – С. 26–33. – DOI 10.18698/2542-1468-2020-6-26-33. Режим доступа: <https://elibrary.ru/msvzzb>.
12. Пахучий, В.В. Критерии и индикаторы устойчивого управления лесами в условиях осушаемых лесных земель / В.В. Пахучий, Л.М. Пахучая // Актуальные проблемы лесного комплекса. – Брянск, 2020. – Вып. 58. – С. 39–42. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44172893>.
13. Пахучий, В.В. Динамика таксационных показателей сосновых древостоев на объектах гидромелиорации в Республике Коми / В.В. Пахучий, Л.М. Пахучая, Д.В. Губер // Актуальные проблемы лесного комплекса. – Брянск, 2019. – Вып. 54. – С. 39–42. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38196169>.
14. Оценка взаимосвязей между таксационными показателями насаждений в северных районах Республики Коми / В.В. Пахучий, В.Н. Рочев, И.Н. Плетнев, В.Ю. Рубанова // Актуальные проблемы лесного комплекса. – Брянск, 2019. – Вып. 54. – С. 45–51. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38196171>.

15. Повышение эффективности лесопользования на основе оптимизации несплошных рубок растущих насаждений / С.М. Базаров, Ю.И. Беленький, И.В. Бачериков [и др.] // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2019. – № 226. – С. 55–65. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/wkvyuf>.
16. Рябухин, П.Б. Лесозаготовки и экология лесной среды / П.Б. Рябухин // Системы. Методы. Технологии. – 2019. – № 3(43). – С. 96–99. – DOI: <https://doi.org/10.18324/2077-5415-2019-3-96-99>.
17. Особенности ведения лесного хозяйства на осушаемых землях / А.М. Тараканов, А.А. Симаков, В.В. Капистка, А.В. Дворяшин // Наука – лесному хозяйству Севера: сб. науч. трудов ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства» / Отв. ред.: Н.А. Демидова. – Архангельск: ФБУ «СевНИИЛХ», 2019. – С. 9–18. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37032838>.
18. Тюкавина, О.Н. Плотность древесины сосны в осушаемых сосняках кустарничково-сфагновых // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2020. – Вып. 2(374). – С. 73–80. – <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2020-2-73-80>.
19. Уляшева, Л. Г. Проблемы лесозаготовок и методологии их учета / Л. Г. Уляшева // Бухгалтерский учет. – 2020. – № 5. – С. 119–123. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42780733>.
20. Hökkä H., Laurén A., Stenberg L., Launiainen S., Leppä K., Nieminen M. Defining guidelines for ditch depth in drained Scots pine dominated peatland forests // *Silva Fennica*. 2021; 55 (3): 10494. DOI: <https://doi.org/10.14214/sf.10494>.
21. Kēniņa, L., Zute, D., Jaunslaviete, I. et al. Old-Growth Coniferous Stands on Fertile Drained Organic Soil: First Results of Tree Biomass and Deadwood Carbon Stocks in Hemiboreal Latvia // *Forests*. 2022; 13(2): 279. DOI: <https://doi.org/10.3390/f13020279>.
22. Repola J., Hökkä H., Salminen H. Models for diameter and height growth of Scots pine, Norway spruce and pubescent birch in drained peatland sites in Finland // *Silva Fennica*. 2018; 52 (5): 10055. DOI: <https://doi.org/10.14214/sf.10055>.
23. Skaggs R.W., Amatya D.M., Chescheir G.M. Effects of Drainage for Silviculture on Wetland Hydrology // *Wetlands*. 2021; 40: 47–64. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13157-019-01202-6>.

### References

1. Danilenko O.K., Sukhikh A.N. *K voprosu povysheniya effektivnosti provedeniya rubok ukhoda* [To the question of improving the efficiency of thinning operations]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii* [Systems. Methods. Technologies], 2019, no. 3(43), pp. 105–110. (In Russian). DOI 10.18324/2077-5415-2019-3-105-110.
2. Druzhinin N.A., Druzhinin F.N. *Vozobnovlenie lesa i vozrastnoe stroenie drevostoev na torfyanykh pochvakh* [Renewal of the forest and the age structure of forest stands on peat soils]. Monography; Vologda: Polygraph-Periodicals, 2021, 118 p. (In Russian). ISBN 978-5-91965-266-3.
3. Dunaev A.I. *Otsenka glubiny drenazha na osushaemykh torfyanikakh s/kh naznacheniya* [Estimation of drainage depth on drained peat bogs for agricultural purposes]. *Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy], 2019, no. 5(75), pp. 74–77. (In Russian). Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41161800>.
4. Zheldak V.I. *Prirodno-tselevye ob"ekty lesovodstva - osnova razrabotki i primeneniya effektivnykh lesovodstvennykh meropriyatiy v lesakh razlichnogo tselevogo naznacheniya* [Natural target objects of forestry - the basis for the development and application of effective forestry measures in forests for various purposes]. *Lesnoy vest-nik. Forestry Bulletin*. [Forest gazette. Forestry Bulletin], 2019, no. 23 (2), pp. 35–44. (In Russian). DOI 10.18698/2542-1468-2019-2-35-44.
5. Zalesov S.V., Tukacheva A.V. *Sanitarnoe sostoyanie osushaemykh sosnyakov Srednego Urala* [Sanitary state of drained pine forests of the Middle Urals]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information], 2018, no. 2, pp. 75–84. (In Russian). DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2018.2.08.
6. Zarubina L.V., Karbasnikov A.A., Pershin D.A. *Otsenka vozobnovitel'nykh protsessov pod pologom prispevayushchikh khvoynnykh drevo-stoev v Vologodskoy oblasti* [Assessment of renewal processes under the canopy of

ripening coniferous stands in the Vologda Oblast]. *Lesnoy vestnik. Forestry Bulletin*. [Forest gazette. Forestry Bulletin], 2021, no. 25 (2), pp. 10–18. (In Russian). DOI 10.18698/2542-1468-2021-2-10-18.

7. Il'intsev A.S., Shamont'ev I.G., Tret'yakov S.V. *Sovremennaya dinamika lesopol'zovaniya v boreal'nykh lesakh Rossii (na primere Arkhangel'skoy oblasti)* [Modern dynamics of forest management in the boreal forests of Russia (on the example of the Arkhangelsk region)]. *Lesotekhnicheskyy zhurnal* [Lesotechnical journal], 2021, no. 3(43), pp. 45–62. (In Russian). DOI 10.34220/issn.2222-7962/2020.3/4.

8. Melekhov V.I., Babich N.A., Korchagov S.A., Shchekalev R.V. *Kompleksnaya otsenka kachestva drevesiny sosny v lesnykh kul'turakh raznykh usloviy mestoproiz-rastaniya* [Comprehensive assessment of the quality of pine wood in forest cultures of different habitat conditions]. *Lesovedenie* [Forest science], 2021, no. 2, pp. 208–216. (In Russian). DOI 10.31857/S0024114821020054.

9. Malysheva N.V., Zolina T.A. *Geoinformatsionnaya podderzhka otsenki byudzheta ugleroda lesnykh ekosistem* [Geoinformation support for assessing the carbon budget of forest ecosystems]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information], 2020, no. 1, pp. 48–56. (In Russian). DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2020.1.05.

10. Druzhinin N.A., Druzhinin F.N., Vasilyeva O.A., Koryakina D.M., Tsypilev S.V. *Osobennosti i lesovodstvennaya effektivnost' prokhodnykh rubok v osushaemykh lesakh* [Peculiarities and silvicultural efficiency of passing cuttings in drained forests]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [Proceedings of the St. Petersburg Forestry Engineering Academy], 2023, no. 242, pp. 28–42. (In Russian). DOI 10.21266/2079-4304.2023.242.28-42.

11. Glushko S.G., Galiullin I.R., Prokhorenko N.B., Shaykhraziev S.S. *Otsenka kul'tur sosny obyknovennoy (Pinus sylvestris L.) v usloviyakh Respubliki Tatarstan* [Evaluation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) crops under the conditions of the Republic of Tatarstan]. *Lesnoy vestnik. Forestry Bulletin*. [Forest gazette. Forestry Bulletin], 2020, no. 26 (6), pp. 26–33. (In Russian). DOI 10.18698/2542-1468-2020-6-26-33.

12. Pakhuchiy V.V., Pakhuchaya L.M. *Kriterii i indikatory ustoychivogo upravleniya lesami v usloviyakh osushaemykh lesnykh zemel'* [Criteria and indicators of sustainable forest management in the conditions of drained forest lands]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of the forest complex], Bryansk, 2020, no. 58, pp. 39–42. (In Russian). Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44172893>.

13. Pakhuchiy V.V., Pakhuchaya L.M., Guber D.V. *Dinamika taksatsionnykh pokazateley sosnovykh drevostoev na ob'ektakh gidrome-lioratsii v Respublike Komi* [Dynamics of taxation indicators of pine forest stands at hydro-reclamation facilities in the Komi Republic]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of the forest complex], Bryansk, 2019, no. 54, pp. 39–42. (In Russian). Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38196169>.

14. Pakhuchiy V.V., Rochev V.N., Pletnev I.N., Rubanova V.Y. *Otsenka vzaimosvyazey mezhdru taksatsionnymi pokazatelyami nasazhdeniy v severnykh rayonakh Respubliki Komi* [Evaluation of the relationship between taxation indicators of plantations in the northern regions of the Republic of Komi]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of the forest complex], Bryansk, 2019, no. 54, pp. 45–51. (In Russian). Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38196171>.

15. Bazarov S.M., Belenkiy Yu.I., Bacherikov I.V., Ilyushenko D.A., Bazarova M.V., Nguen Phuc Sue. *Povyshenie effektivnosti lesopol'zovaniya na osnove optimizatsii nesploshnykh rubok rastu-shchikh nasazhdeniy* [Improving the efficiency of forest management based on the optimization of non-continuous felling of growing plantations]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [Proceedings of the St. Petersburg Forestry Engineering Academy], 2019, no. 226, pp. 55–65. (In Russian). DOI 10.21266/2079-4304.2019.226.55-65.

16. Ryabukhin P.B. *Lesozagotovki i ekologiya lesnoy sredy* [Logging and ecology of the forest environment]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii* [Systems. Methods. Technologies], 2019, no. 3(43), pp. 96–99. (In Russian). DOI 10.18324/2077-5415-2019-3-96-99.

17. Tarakanov A.M., Simakov A.A., Kapistka V.V., Dvoryashin A.V. *Osobennosti vedeniya lesnogo khozyaystva na osushaemykh zemlyakh* [Features of forest management on drained lands]. *Nauka – lesnomu khozyaystvu Severa: sb. nauch. trudov FBU «Severnyy nauchno-issledovatel'skiy institut lesnogo khozyaystva»* [Science to the Forestry of the North: collection of scientific paper FBU «Northern Research Institute of Forestry»], Editor: N.A. Demidova. Arkhangel'sk: FBU «SevNIILKh», 2019, pp. 9–18. (In Russian). Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37032838>.

18. Tyukavina O.N. *Plotnost' drevesiny sosny v osushaemykh sosnyakakh kustarnichkovo-sfagnovykh* [Density of pine wood in drained dwarf-sphagnum pine forests]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal*. [Russian Forestry Journal], 2020, no. 2(374), pp. 73–80. (In Russian). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2020-2-73-80>.
19. Ulyasheva L.G. *Problemy lesozagotovok i metodologii ikh ucheta* [Problems of logging and the methodology of their accounting], *Bukhgalterskiy uchet* [Accounting], 2020, no. 5, pp. 119–123. (In Russian). Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42780733>.
20. Hökkä H., Laurén A., Stenberg L., Launiainen S., Leppä K., Nieminen M. Defining guidelines for ditch depth in drained Scots pine dominated peatland forests // *Silva Fennica*. 2021; 55 (3): 10494. DOI: <https://doi.org/10.14214/sf.10494>.
21. Ķēniņa, L., Zute, D., Jaunslaviete, I. et al. Old-Growth Coniferous Stands on Fertile Drained Organic Soil: First Results of Tree Biomass and Deadwood Carbon Stocks in Hemiboreal Latvia // *Forests*. 2022; 13(2): 279. DOI: <https://doi.org/10.3390/f13020279>.
22. Repola J., Hökkä H., Salminen H. Models for diameter and height growth of Scots pine, Norway spruce and pubescent birch in drained peatland sites in Finland // *Silva Fennica*. 2018; 52 (5): 10055. DOI: <https://doi.org/10.14214/sf.10055>.
23. Skaggs R.W., Amatya D.M., Chescheir G.M. Effects of Drainage for Silviculture on Wetland Hydrology // *Wetlands*. 2021; 40: 47–64. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13157-019-01202-6>.

### Сведения об авторах

✉ *Попов Олег Сергеевич* – аспирант кафедры лесоводства и лесоустройства, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова», набережная Северной Двины, 17, г. Архангельск, Российская Федерация, 163002, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2464-1729>, e-mail: [popovoleg81@gmail.com](mailto:popovoleg81@gmail.com).

*Третьяков Сергей Васильевич* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры лесоводства и лесоустройства, руководитель «Центра исследования лесов» высшей школы естественных наук и технологий, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова», набережная Северной Двины, 17, г. Архангельск, Российская Федерация, 163002, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5982-3114>, e-mail: [s.v.tretyakov@narfu.ru](mailto:s.v.tretyakov@narfu.ru).

*Новосёлов Анатолий Сергеевич* – кандидат с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», ул. Ленина, 15, г. Вологда, Российская Федерация, 160000, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6907-0424>, e-mail: [AnSer-Rock-Bard@mail.ru](mailto:AnSer-Rock-Bard@mail.ru).

### Information about the authors

✉ *Oleg S. Popov* – Postgraduate student of the Department of forestry and forest management, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov”, embankment Northern Dvina, 17, Arkhangelsk city, Russian Federation, 163002, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2464-1729>, e-mail: [popovoleg81@gmail.com](mailto:popovoleg81@gmail.com).

*Sergey V. Tretyakov* - Doctor of Science in Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Forestry and Forest Inventory, Head of the Forest Research Center of the Higher School of Natural Sciences and Technologies, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov”, embankment Northern Dvina, 17, Arkhangelsk city, Russian Federation, 163002, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5982-3114>, e-mail: [s.v.tretyakov@narfu.ru](mailto:s.v.tretyakov@narfu.ru).

*Anatoly S. Novoselov* - Cand. Sci. (Agric.), Associate Professor, Vologda State University, Lenin str., 15, Vologda city, Russian Federation, 160000, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6907-0424>, e-mail: [AnSer-Rock-Bard@mail.ru](mailto:AnSer-Rock-Bard@mail.ru).

✉ – Для контактов/Corresponding author