

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

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.49.5>

ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ХВОЙНЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ОБЪЕКТАХ
ДЛИТЕЛЬНОГО НАБЛЮДЕНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОСУШЕНИЯ

Научная статья

Богданов А.П.^{1,*}, Цветков И.В.², Карабан А.А.³, Парамонов А.А.⁴, Третьяков С.В.⁵

¹ ORCID : 0000-0002-1655-7212;

² ORCID : 0000-0002-1559-3254;

³ ORCID : 0000-0002-2934-0303;

⁴ ORCID : 0000-0002-0961-221X;

⁵ ORCID : 0000-0001-5982-3114;

^{1,5} Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск, Российская Федерация

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

* Корреспондирующий автор (a.p.bogdanov[at]sevniilh-arh.ru)

Аннотация

Вопросы повышения продуктивности лесов является важнейшей задачей ведения лесного хозяйства. Одним из путей улучшения структуры и повышения продуктивности лесов является проведение гидромелиорации на избыточно увлажненных землях. Масштабные работы по проведению осушения проходили в период с 1950 по 2000 годы. На территории Архангельской, Вологодской областях и Республики Карелия и Коми осушено свыше миллиона гектаров земель гидrolесомелиоративного фонда. Осушенные земли, как правило, покрыты лесом. Осушаемые леса отличаются высокой транспортной доступностью и высокой биологической продуктивностью, поэтому эти древостои вовлекаются в интенсивную лесозэксплуатацию. В настоящее время работы по осушению лесных земель не проводятся. Уход за существующей осушительной системой не является обязательным элементом при проведении лесосечных работ, поэтому также не практикуется. Отсутствие уходов за существующей системой гидромелиорации может привести к ухудшению условий местопроизрастания осушенных древостоев, что негативно скажется на эффективности осушения.

Цель работы заключается в изучении радиального прироста хвойных древостоев под влиянием осушения на долговременных объекте наблюдения в северо-таежном лесном районе Архангельской области. По материалам обследования были получены данные о радиальных приростах сосны и ели на объекте наблюдения. Изучены радиальные приросты, а также проведен статистический анализ различия радиальных приростов до и после осушения на объекте наблюдения. Сделаны выводы о влиянии осушения на радиальный прирост в хвойных древостоях и продолжительности действия осушительной системы. Радиальный прирост является одним из основных показателей эффективности проведения и оценки влияния осушения на древостои. Изменения приростов показывают влияние гидромелиорации на рост и продуктивность древостоя, а также позволяет сравнить с планируемым результатом гидrolесомелиорации.

Ключевые слова: прирост, гидrolесомелиорация, характеристики древостоя, эффективность осушения.

STUDIES OF RADIAL GROWTH OF CONIFEROUS STANDS ON LONG-TERM OBSERVATION SITES UNDER
THE INFLUENCE OF DRAINAGE

Research article

Богданов А.П.^{1,*}, Tsvetkov I.V.², Karaban A.A.³, Paramonov A.A.⁴, Tretyakov S.V.⁵

¹ ORCID : 0000-0002-1655-7212;

² ORCID : 0000-0002-1559-3254;

³ ORCID : 0000-0002-2934-0303;

⁴ ORCID : 0000-0002-0961-221X;

⁵ ORCID : 0000-0001-5982-3114;

^{1,5} Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russian Federation

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

* Corresponding author (a.p.bogdanov[at]sevniilh-arh.ru)

Abstract

Increasing forest productivity is the most important task of forest management. One of the ways to improve the structure and productivity of forests is to carry out hydromelioration on excessively moistened lands. Large-scale drainage works were done in the period from 1950 to 2000. Over one million hectares of hydroforest-reclamation lands were drained in the territory of the Arkhangelsk, Vologda Oblasts and the Republics of Karelia and Komi. As a rule, the drained lands are covered with forest. Drained forests are characterized by high transport accessibility and high biological productivity, so these stands are involved in intensive forest exploitation. At present, no forest lands drainage works are performed. Maintenance of the existing drainage system is not an obligatory element in forest harvesting operations, so it is also not practised. Lack of maintenance of

the existing hydromelioration system may lead to deterioration of the growing conditions of the dried stands, which will negatively affect the drainage efficiency.

The aim of the work is to study the radial growth of coniferous stands under the influence of drainage on long-term observation objects in the north taiga forest area of Arkhangelsk Oblast. Data on radial growths of pine and spruce on the observation site were obtained based on the survey materials. Radial growths were examined and statistical analysis of the difference between radial growths before and after drainage at the observation site was carried out. Conclusions were drawn about the effect of drainage on radial growth in coniferous stands and the duration of the drainage system. Radial growth is one of the main indicators of the effectiveness of drainage and evaluation of the impact of drainage on stands. Changes in growth show the impact of hydromelioration on growth and productivity of the stand, and also allows to compare with the planned result of hydroforest amelioration.

Keywords: growth, hydroforest reclamation, stand characteristics, drainage efficiency.

Введение

В XX веке для повышения продуктивности избыточно увлажненных земель широко применялось осушение лесов в таежной зоне европейской части страны. Согласно обзору литературных источников, площадь осушаемых лесов в Республике Коми составляет 100 тыс. га [1], в Вологодской области 255,2 тыс. га [2], в Архангельской области 292,5 тыс. га [3]. В Республике Карелия осушено 650 тыс. га, из которых покрытая лесом площадь составляет 45,3% [4]. Таким образом, на значительной территории изменен гидрологический режим почв для улучшения условий роста насаждений. В настоящее время региональная нормативная база не регламентирует проведение ухода за элементами системы гидролесомелиорации. Техническое состояние каналов зависит от типа торфяной залежи, подстилающих грунтов, продолжительности функционирования мелиоративной системы, первоначальных параметров каналов и других факторов. Сотрудниками ФБУ «СевНИИЛХ» проведены натурные наблюдения за состоянием каналов в зависимости от типа торфяной залежи и давности осушения от 1 до 96 лет. Так, по результатам наблюдений сделаны выводы о том, что через десять лет работы осушителей 93% из них будут в хорошем состоянии. Через двадцать лет после проведения осушения в среднем 66% каналов будут в хорошем и удовлетворительном состоянии. Через 40 лет более 50% осушителей будут в неудовлетворительном состоянии [5].

Процент каналов хорошего, удовлетворительного и неудовлетворительного состояния зависит от давности осушения. В рассмотренном авторами объекте наблюдения давность осушения составляет 38 лет, что соответствует прогнозной величине каналов в хорошем, удовлетворительном и неудовлетворительном состоянии в 19, 27 и 54% соответственно [5].

Эффективность гидролесомелиорации определяется лесоводственным эффектом осушения. На лесоводственную эффективность влияет тип леса, тип грунта, почвенное плодородие, породный и возрастной состав насаждений, отзывчивость древостоев на осушение, необходимость проведения различного рода лесохозяйственных мероприятий в период работы осушительной сети. Также лесоводственный эффект будет зависеть от выбранных параметров осушения и качества выполняемых работ.

Для правильного управления за осушенными лесами необходимо вести мониторинг для оценки изменений, а также предотвращения негативных изменений в связи с ухудшением состояния осушительной сети.

Для оценки эффективности осушения получены результаты обследования постоянной пробной площади на территории Архангельской области в северо-таежном лесном районе. Стационарные исследования на постоянных пробных площадях за длительный период после проведения гидролесомелиорации позволяют делать прогноз эффективности осушения и мониторинг осушенных земель для организации эффективного лесоуправления в долгосрочной перспективе.

Дополнительный прирост может быть получен при условии, что гидролесомелиоративная сеть будет находиться в рабочем состоянии. Наблюдения за осушенными лесами показывают, что влияние осушения продолжается, несмотря на то, что фактическая глубина снижена более чем на 50% от проективной глубины каналов.

Методы и принципы исследования

Изучение влияния осушения выполняли в Емецком лесничестве Звозского участкового лесничества Архангельской области на площади, осушенной в 1986 году. Объект исследования представлен смешанным елово-сосновым древостоем сфагновой группы типов леса. Расстояние между каналами на объекте исследования составляет 100 м. Проектная глубина осушителей составляла 1,2-1,4 м.

Для изучения изменения радиального прироста в насаждениях под влиянием осушения применялись лесоводственные и таксационные методы [6]. Пробная площадь обследована с учетом ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесостроительные» (1984). Для оценки состояния гидролесомелиоративной сети использована методика ФБУ «СевНИИЛХ» [7]. Категория состояния и характер работы каналов оценивалась по величине уменьшения их первоначальной глубины. Согласно литературным данным, глубина каналов не должна уменьшаться более, чем на 50% [5], так как они теряют своё мелиорирующее влияние на почву и в результате чего снижается прирост насаждений. Для предотвращения потерь необходимо проводить ремонт или реконструкцию каналов.

Координаты углов пробной площади определены с помощью GPS-навигатора. После отграничения пробной площади в натуре и фиксации координат проведен сплошной пересчет древостоя по породам. Диаметры деревьев измерены на высоте 1,3 м от шейки корня с точностью до 0,1 см. Для определения средней высоты для каждой породы измерены высоты у 10-15 модельных деревьев из центральных ступеней толщины. Для определения запаса использованы объемные таблицы по разрядам высот [8].

Для определения радиального прироста были взяты керны древесины у сосны и ели на высоте 1,3 метра. Керны древесины изучены в камеральных условиях. Измерения ширины годичных слоев осуществляли измерителем параметров керна Corim Maxi с точностью измерений 0,01 мм. В процессе работы измерены радиальные приросты за

период с 1946 г. по 2023 год. Измерения приростов до осушения осуществлялось за 40 лет до момента осушения. Значения приростов заносились в ведомость за каждый год отдельно. Результаты полевых и камеральных исследований для хранения и первичной обработки заносились в программу Microsoft Excel. Для статистической обработки данных использовалась программа Statistica. Выбор метода статистического анализа для сравнения двух групп был сделан с учетом соответствия данных закону нормального распределения. Для оценки на нормальность распределения использовался *Shapiro-Wilk's W test* (W-тест Шапиро-Уилка) [9]. Для сравнения двух зависимых ненормально распределенных выборок использовался тест Уилкоксона (*Wilcoxon matched pair test*) [10]. Для сравнения двух зависимых нормально распределенных выборок использовался *t* – тест [10].

Основные результаты

Для изучения изменения таксационных параметров насаждения за период наблюдения приведена краткая таксационная характеристика древостоя (см. табл. 1). Насаждение представляет из себя спелый смешанный елово-сосново-березовый древостой, осушенный в 1986 году.

Необходимо выделить увеличение доли участия ели и уменьшение сосны в составе осушаемого древостоя. За 38 лет на пробной площади доля ели в составе древостоя значительно увеличилась. Увеличение доли можно объяснить ростом елового древостоя и переход II яруса и подроста в I ярус древостоя. Сложившаяся динамика увеличения доли ели и березы говорит о формировании сложного елово-березового древостоя и вытеснении сосны из состава древостоя. Выявленное увеличение доли ели можно объяснить улучшением условий местопроизрастания и отзывчивостью, характеризующееся увеличением радиального прироста. Изменения на пробной площади затронули не только состав древостоя, а также всех таксационные показатели. На пробной площади произошло увеличение средних высот, диаметров, относительной полноты и запаса древесины.

Средняя высота ели увеличилась с 13,0 м до 15,6 м, у сосны произошло увеличение с 17,0 м до 18,7 м, у березы увеличилась с 15 м до 17,4 м. Наибольший прирост наблюдается у ели – на 2,6 м. Текущий среднепериодический прирост по высоте у ели составляет 0,07 м, у березы 0,06 м, у сосны 0,04 м, что значительно ниже чем значения среднепериодического прироста по высоте стволов сосны в схожих условиях [11].

Прирост по диаметру у ели составил 0,7 см или 0,02 см ежегодно, у сосны 8,6 см или 0,23 см, у березы 5,7 см или 0,15 см ежегодно. По числу стволов количество ели изменилось с 337 шт/га из первого яруса и 422 шт /га II яруса (общее количество 759 шт /га) до 775 шт /га. Это связано с ростом II яруса и перехода его в верхний ярус. Количество сосны уменьшилось с 41 шт / га до 38 шт / га или на 7 %, количество березы значительно увеличилось с 148 шт /га до 275 шт / га или на 85%.

Товарная структура древостоя ели и сосны соответствует 1 классу товарности. Древостой березы соответствует 4 классу товарности, так как выход деловой древесины составляет только 28%. Стволы березы, как правило, искривлены, присутствуют плодовые тела и другие пороки, влияющие на выход товарной древесины. Общее состояние исследуемого насаждения соответствует здоровому древостою. Размер и характеристика текущего отпада соответствует естественной динамике деревьев, отмерших в результате самоизреживания древостоя. В дальнейшем отсутствие ухода за осушителями и древостоями будет приводить к накоплению сухостойной древесины и ухудшению санитарного состояния насаждения в целом [12], что также свойственно естественной динамике леса.

Запас еловой части древостоя изменился на с 41 до 132 м³/га, сосновой и березовой часть соответственно с 30 м³/га и 30 м³/га до 40 м³/га и 103 м³/га. Среднепериодический прирост древесины за 38 лет для ели, сосны и березы составляет соответственно 2,4; 0,3 и 1,9 м³/год, что соответствует значениям полученным в результате осушения сосняков травяно-сфагновых классов возраста и ельников травяно-сфагновых [13].

Таблица 1 - Таксационная характеристика ельника осоко-сфагнового осушенного

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.49.5.1>

№ пп (год)	Тип леса	Бонит ет	Ярус	Пород а	Возра ст, лет	Среднее		Число ствол ов шт/га	Полно та	Запас, м ³ /га		
						высот а, м	диаме тр, см					
4ЕЗСЗ Б (1986)	Е. ос. сф.	5	I	Е	220	13	15	337	0,6	41		
				С	200	17	30	41		30		
				Б	120	15	18	148		30		
			Итого по I ярусу							526	0,6	101
			II ярус	Е	90	10	10	422	0,13	9		
Итого								948	0,73	110		
5Е1С4 Б (2024)	Е. тр.	5	I ярус	Е	110	15,6	15,7	775	0,51	132		
				С	210	18,7	38,6	38	0,10	40		
				Б	150	17,4	23,7	275	0,44	103		
Итого								1088	1,05	275		

Сосна представлена старовозрастным поколением с возрастом свыше 200 лет, что может быть причиной уменьшения отзывчивости на проведенные лесомелиоративные мероприятия по улучшению условий местопроизрастания.

Тип леса до осушения – ельник осоко-сфагновый, в настоящее время живой напочвенный покров коренным образом изменился. На изучаемой пробной площади тип леса – ельник разнотравный осушенный.

На пробной площади присутствуют следующие виды трав и кустарничков: Костяника (*Rubus saxatilis*); Кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*); Седмичник европейский (*Trientalis europaea*); Голокучник обыкновенный (*Gymnocarpium dryopteris*); Таволга вязолистная *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.; Сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*); Плеуризиум Шребери (*Pleurozium schreberi*); Политрихум обыкновенный (*Polytrichum commune*); Сфагнум (*Sphagnum sp.*); Ритидиладельфус трёхгранный (*Rhytidadelphus triquetrus*); Гилокомиум блестящий (*Hylocomium splendens*).

Для визуальной оценки радиального прироста ели и сосны до и после осушения приведены на схеме (рис. 1).

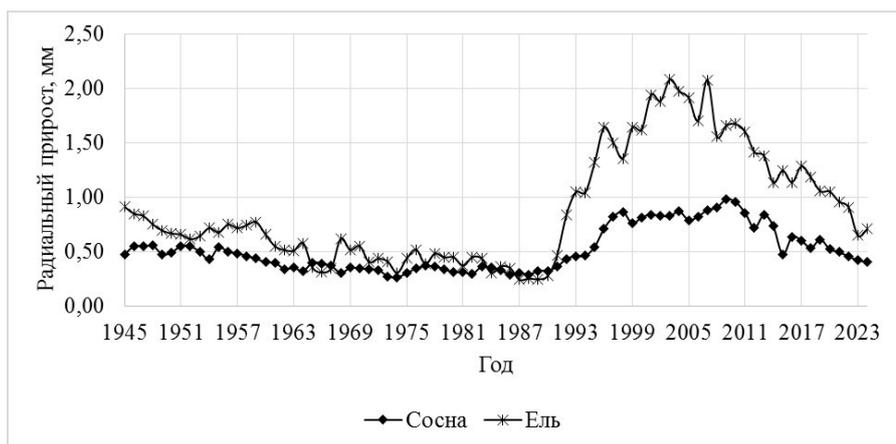


Рисунок 1 - Радиальный прирост наблюдаемого древостоя
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.49.5.2>

На графике прослеживается динамика радиального прироста древостоев за период с 1945 по 2023 год.

Проведенный текст *Shapiro-Wilk* для ели и сосны показал, что у ели до осушения $P = 0,10305$, после осушения $P = 0,10122$, что соответствует нормальному распределению. Для сравнения двух зависимых выборок до осушения и после осушения использовали t – test.

Проведенный текст *Shapiro-Wilk* для приростов сосны до осушения показал, $P = 0,003$, после осушения $P = 0,01300$, что не соответствует нормальному распределению. Для сравнения двух зависимых выборок авторы использовали тест Уилкоксона.

По результатам, проведенного t -test, dependent samples, получено значение $P = 0,00001$. Поскольку в нашем случае $P \ll 0,05$, можно заключить, что средние значения радиального прироста до осушения и после осушения для ели значительно различаются.

По результатам, проведенного тест Уилкоксона (Wilcoxon matched pair test), получено значение $P = 0,00001$. Поскольку в нашем случае $P \ll 0,05$, можно заключить, что средние значения радиального прироста до осушения и после осушения для сосны также значительно различаются.

Заключение

1. От давности осушения зависит не только динамика технического состояния мелиоративной сети, но и производительность условий местопроизрастания и динамика прироста древостоев.

2. В первые два-три десятилетия после проведения гидромелиорации идёт постепенное увеличение прироста деревьев и древостоев в высоту, по диаметру, а затем темпы линейного прироста несколько снижаются. Увеличение прироста запаса продолжается более длительный период. Максимального значения он достигает в зависимости от возраста древостоев в четвёртом-шестом десятилетиях. Возможными причинами такой картины прироста деревьев и древостоев являются: достаточная обеспеченность влагой в течение всего вегетационного периода, а также влияние абиотических факторов.

3. Несмотря на неудовлетворительное состояние дренажных каналов, отмечается отличие приростов до осушения и после осушения.

4. В результате осушения коренным образом изменился тип лесорастительных условия, поэтому при дальнейшем ухудшении состояния осушителей необходимо продолжать мониторинг за санитарным состоянием древостоев.

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 «Разработка цифровой имитационной модели динамики экологического состояния и продуктивности лесных экосистем на переувлажненных землях под воздействием природных и антропогенных факторов» (регистрационный номер: 122020300230-5).

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

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

Funding

The work was carried out based on the results of research carried out within the state assignment of the Federal State Budgetary Institution "NRIF" for conducting applied scientific research in the field of activity of the Federal Forestry Agency "Development of a digital simulation model of the dynamics of the ecological state and productivity of forest ecosystems on overwatered lands under the influence of natural and anthropogenic factors" (topic registration number: 122020300230-5).

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. Пахучий В.В. Полувековой опыт гидролесомелиорации в Республике Коми / В.В. Пахучий, Л.М. Пахучая // Известия Коми научного центра УрО РАН. — 2021. — 1 (47). — с. 80–85. DOI: 10.19110/1994-5655-2021-1-80-85.
2. Попов О.С. Характеристика гидролесомелиоративного фонда Вологодской области / О.С. Попов, Д.С. Мазова, А.С. Новоселов // The Scientific Heritage. — 2021. — 78–3(78). — с. 13–17. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-78-3-13-17.
3. Тараканов А.М. Рост осушаемых лесов и ведение хозяйства в них / А.М. Тараканов — Архангельск: Соломбальская типография, 2004. — 228 с.
4. Ананьев А.В. Рекомендации по устойчивому лесопользованию на осушаемых землях / А.В. Ананьев, А.В. Матюшкин — Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2010. — 32 с. — URL: <http://resources.krc.karelia.ru/krc/doc/publ2011/lesopolzovanie.pdf> (дата обращения: 01.07.2024)
5. Тараканов А.М. Имитационная модель для прогнозирования технического состояния гидролесомелиоративной сети, роста и продуктивности осушаемых сосняков и ельников / А.М. Тараканов — Архангельск: ФБУ "СевНИИЛХ", 2000. — 63 с.
6. Третьяков С.В. Лесная таксация. Часть 4. Закладка, таксация и описание пробных площадей при проведении научных исследований и подготовке выпускных квалификационных работ / С.В. Третьяков, С.В. Коптев, Е.Н. Наквасина и др. — Архангельск: САФУ, 2023. — 119 с.
7. Тараканов А.М. Особенности ведения лесного хозяйства на осушаемых землях / А.М. Тараканов, А.А. Симаков, В.В. Капистка и др. ; под ред. Н.А. Демидовой // Наука - лесному хозяйству Севера : Сборник научных трудов ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства». — Архангельск: ФБУ "СевНИИЛХ", 2019. — с. 9–18.
8. Войнов Г.С. Лесотаксационный справочник по северо-востоку европейской части Российской Федерации (нормативные материалы для Ненецкого автономного округа, Архангельской, Вологодской области и республики Коми) / Г.С. Войнов, Н.П. Чупров, С.В. Ярославцев и др. — Архангельск: ОАО ИПП "Правда Севера", 2012. — 672 с.
9. Кожевников С.П. Алгоритмы биологической статистики: учебно-методическое пособие / С.П. Кожевников — Ижевск: Изд. центр «Удмуртский университет», 2018. — 75 с.
10. Мастицкий С.Э. Методическое пособие по использованию программы STATISTICA при обработке данных биологических исследований / С.Э. Мастицкий — Минск: РУП "Институт рыбного хозяйства", 2009. — 76 с.
11. Федотов И.В. Исследование радиального прироста в осушаемых лесах / И.В. Федотов, С.В. Третьяков, А.С. Ильинцев // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2015. — 212. — с. 55–65.
12. Залесов С.В. Санитарное состояние осушаемых сосняков Среднего Урала / С.В. Залесов, А.В. Тукачева // Лесохозяйственная информация. — 2018. — 2. — с. 75–84. DOI: 10.24419/LNI.2304-3083.2018.2.08.
13. Пахучая Л.М. Лесоводственная эффективность осушения хвойных насаждений на Тимане (Республика Коми) / Л.М. Пахучая // Успехи современного естествознания. — 2018. — 9. — с. 37–41. — URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36863> (дата обращения: 01.07.2024)

Список литературы на английском языке / References in English

1. Pahuchij V.V. Poluvekovoj opyt gidrollesomeliorsatsii v Respublike Komi [Half a century of experience of hydro melioration in the Republic of Komi] / V.V. Pahuchij, L.M. Pahuchaja // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Division of the Russian Academy of Sciences. — 2021. — 1 (47). — p. 80–85. DOI: 10.19110/1994-5655-2021-1-80-85. [in Russian]
2. Popov O.S. Harakteristika gidrollesomeliorsativnogo fonda Vologodskoj oblasti [Hydro-forestry fund characteristics of the Vologda region] / O.S. Popov, D.S. Mazova, A.S. Novoselov // The Scientific Heritage. — 2021. — 78–3(78). — p. 13–17. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-78-3-13-17. [in Russian]
3. Tarakanov A.M. Rost osushaemyh lesov i vedenie hozjajstva v nih [Growth and management of drained forests] / A.M. Tarakanov — Arhangel'sk: Solombal'skaja tipografija, 2004. — 228 p. [in Russian]

4. Anan'ev A.V. Rekomendatsii po ustojchivomu lesopol'zovaniju na osushaemyh zemljah [Recommendations for sustainable forest management on drained lands] / A.V. Anan'ev, A.V. Matjushkin — Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj tsentr RAN, 2010. — 32 p. — URL: <http://resources.krc.karelia.ru/krc/doc/publ2011/lesopolzovanie.pdf> (accessed: 01.07.2024) [in Russian]
5. Tarakanov A.M. Imitatsionnaja model' dlja prognozirovanija tehničeskogo sostojanija gidrolesomeliorativnoj seti, rosta i produktivnosti osushaemyh sosnjakov i el'nikov [Simulation model for forecasting the technical condition of the hydroforest ameliorative network, growth and productivity of drained pine and spruce forests] / A.M. Tarakanov — Arhangel'sk: FBU "SevNIILH", 2000. — 63 p. [in Russian]
6. Tret'jakov S.V. Lesnaja taksatsija. Chast' 4. Zakladka, taksatsija i opisanie probnyh ploščadej pri provedenii nauchnyh issledovanij i podgotovke vypusnyh kvalifikacionnyh rabot [Forest taxation. Part 4. Establishment, taxation and description of sample areas for scientific research and preparation of final qualification works] / S.V. Tret'jakov, S.V. Koptev, E.N. Nakvasina et al. — Arhangel'sk: SAFU, 2023. — 119 p. [in Russian]
7. Tarakanov A.M. Osobennosti vedenija lesnogo hozjajstva na osushaemyh zemljah [Forest management features on drained lands] / A.M. Tarakanov, A.A. Simakov, V.V. Kapistka et al. ; edited by N.A. Demidovoj // Science for the forestry of the North : Collection of scientific papers of the Northern Research Institute of Forestry. — Arhangel'sk: FBU "SevNIILH", 2019. — p. 9–18. [in Russian]
8. Vojnov G.S. Lesotaksatsionnyj spravocnik po severo-vostoku evropejskoj časti Rossijskoj Federatsii (normativnye materialy dlja Nenetskogo avtonomnogo okruga, Arhangel'skoj, Vologodskoj oblasti i respubliki Komi) [Forest valuation handbook for the north-east part of the Russian Federation (normative materials for the Nenets Autonomous Okrug, Arkhangelsk and Vologda Oblast, and Komi Republic)] / G.S. Vojnov, N.P. Chuprov, S.V. Jaroslavtsev et al. — Arhangel'sk: OAO IPP "Pravda Severa", 2012. — 672 p. [in Russian]
9. Kozhevnikov S.P. Algoritmy biologičeskoj statistiki: učeбно-metodičeskoe posobie [Algorithms of biological statistics: an educational and methodological guide] / S.P. Kozhevnikov — Izhevsk: Izd. tsentr «Udmurtskij universitet», 2018. — 75 p. [in Russian]
10. Mastitskij S.E. Metodičeskoe posobie po ispol'zovaniju programmy STATISTICA pri obrabotke dannyh biologičeskih issledovanij [Methodological guide on the use of the STATISTICA program in the processing of biological research data] / S.E. Mastitskij — Minsk: RUP "Institut rybnogo hozjajstva", 2009. — 76 p. [in Russian]
11. Fedotov I.V. Issledovanie radial'nogo prirosta v osushaemyh lesah [Study of radial growth drained forests] / I.V. Fedotov, S.V. Tret'jakov, A.S. Il'intsev // Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy. — 2015. — 212. — p. 55–65. [in Russian]
12. Zalesov S.V. Sanitarnoe sostojanie osushaemyh sosnjakov Srednego Urala [Sanitary state in drained pine stands of the Middle Ural] / S.V. Zalesov, A.V. Tukacheva // Forestry information. — 2018. — 2. — p. 75–84. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2018.2.08. [in Russian]
13. Pahuchaja L.M. Lesovodstvennaja effektivnost' osushenija hvojnnyh nasazhdenij na Timane (Respublika Komi) [Forestry efficiency of draining coniferous stands in Timan (Komi Republic)] / L.M. Pahuchaja // Advances in current natural sciences. — 2018. — 9. — p. 37–41. — URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36863> (accessed: 01.07.2024) [in Russian]