

СТАТЬЯ

УДК 631.6:630*221.01
DOI 10.17513/use.38301

ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ ДРЕВОСТОЯ ПОСЛЕ СПЛОШНОЙ РУБКИ ОСУШЕННОГО ЕЛЬНИКА ЧЕРНИЧНОГО ВЛАЖНОГО

Богданов А.П., Цветков И.В., Карабан А.А., Парамонов А.А., Третьяков С.В.

*ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», Архангельск,
e-mail: a.p.bogdanov@sevniilh-arh.ru*

Целью исследования является изучение динамики структуры древостоя после сплошной рубки, а также пройденного гидротехнической мелиорацией в ельнике черничном влажном. Для изучения закономерностей роста и динамики структуры насаждений под воздействием природных и антропогенных факторов обследована постоянная пробная площадь, пройденная сплошной рубкой и осушением соответственно 37 и 38 лет назад. Для оценки эффективности проведения рубки с целью заготовки древесины и анализа динамики роста древостоя с рубкой и без рубки проведено обследование контрольной пробной площади, осушенной 38 лет назад без проведения сплошной рубки. По результатам полевого обследования получена таксационная характеристика древостоя на пробе и на контрольном участке. На месте вырубki сформировался смешанный елово-березовый древостой, на контроле сформировался чистый ельник черничный влажный. Проведена оценка состояния гидроресомелиоративной сети на территории объекта исследования. Доля удовлетворительного состояния осушителей составляет 30%. В результате исследования сделан вывод о неудовлетворительном состоянии осушительной сети на объекте исследования. Многолетние исследования являются основой для разработки модели прогнозирования результатов планируемых лесохозяйственных мероприятий в лесных экосистемах на переувлажненных землях. Рассмотрена структура древостоя до рубки оставленной части древостоя, а также древостоя в настоящее время. По результатам полевых работ получены данные о динамике таксационных показателей за период наблюдения.

Ключевые слова: ельник черничный влажный, ход роста, гидроресомелиорация, структура древостоя

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).

DYNAMICS OF STAND STRUCTURE AFTER CLEAR-CUTTING AND DRAINAGE OF PICEETUM MYRTILLOSUM

Bogdanov A.P., Tsvetkov I.V., Karaban A.A., Paramonov A.A., Tretyakov S.V.

*Northern Scientific Research Institute of Forestry, Arkhangelsk,
e-mail: a.p.bogdanov@sevniilh-arh.ru*

The aim of the study is to study the dynamics of the structure of the stand after continuous logging and hydraulic reclamation in the blueberry wet spruce forest. To study the patterns of growth and dynamics of the structure of plantations under the influence of natural and anthropogenic factors, a permanent test area was surveyed, passed through continuous logging and drainage 37 and 38 years ago, respectively. To assess the effectiveness of logging for the purpose of harvesting wood and to analyze the dynamics of stand growth with and without logging, a survey of a control sample area drained 38 years ago without continuous logging was conducted. According to the results of the field survey, the taxational characteristics of the stand on the sample and on the control site were obtained. A mixed spruce-birch stand was formed at the cutting site, and a clean blueberry wet spruce forest was formed at the control site. The assessment of the state of the hydroforestry network on the territory of the research object was carried out. The proportion of satisfactory condition of the dehumidifiers is 30%. As a result, a conclusion was made about the unsatisfactory condition of the drainage network at the research facility. Long-term research is the basis for the development of a model for predicting the results of planned forestry activities in forest ecosystems on wetlands. The structure of the stand before the felling, the abandoned part of the stand, as well as the stand at the present time, is considered. Based on the results of field work, data on the dynamics of taxation indicators for the observation period were obtained.

Keywords: Piceetum myrtillosum, growth course, hydromelioration, stand structure

The publication was prepared based on the results of research carried out within the framework of the state task of the Northern Scientific Research Institute of Forestry to conduct 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 overmoistened lands under the influence of natural and anthropogenic factors" (registration number: 122020300230-5).

Введение

Повышение продуктивности лесов является одним из базовых принципов ведения лесного хозяйства. Повышения продуктивности заболоченных лесов возможно достичь путем проведения гидролесомелиорации переувлажненных лесов и организации рационального ведения хозяйства в них. На избыточно увлажненных землях необходимо регулирование влажности в корнеобитаемом слое почвы до уровня влажности свежих почв путем прокладки дренирующих борозд и ухода за ними. В настоящий момент отсутствует региональная нормативно-правовая база, регламентирующая особенности ведения лесного хозяйства на осушенных землях. В Правилах ухода за лесами [1] содержится раздел «Уход за лесами путем проведения агролесомелиоративных и иных мероприятий», часть которого содержит основные положения гидролесомелиорации. Одним из мероприятий по противопожарному обустройству лесов является проведение работ по гидромелиорации [2]. Правила лесовосстановления [3] отражают позитивные изменения в оценке роли мер по проведению осушительных мероприятий для решения проблем лесовосстановления. Обзор литературных источников показывает, что осушение переувлажненных земель значительно повышает продуктивность лесов [4].

Почвенные ресурсы в Архангельской области на 35,8% представлены торфяными болотными и торфянистыми почвами [5, 6], что говорит о высокой степени заболоченности лесного фонда. Для повышения продуктивности заболоченных земель необходимо проведение гидролесомелиорации, что является важной задачей современных научных исследований. Согласно данным лесного учета, площадь осушенных лесов в Архангельской области составляет 292,5 тыс. га [7, с. 20], поэтому эти участки могут играть важную роль в ресурсном обеспечении лесной отрасли.

Целью исследования является изучение динамики структуры древостоя после сплошной рубки, а также пройденного гидротехнической мелиорацией в ельнике черничном влажном.

Материалы и методы исследования

Для достижения цели исследования выполнена лесоводственная оценка древостоя и определено состояние осушительной сети на объекте исследования. Работы направлены на выявление особенностей форми-

рования осушенных лесов с проведением сплошной рубки и без для разработки модели прогнозирования состояния осушенных лесов.

Для прогнозирования лесоводственной эффективности осушения необходима разработка модели состояния дренажных каналов. Без ухода и реконструкции системы эффективность проведенных мер по осушению снижается. Под руководством доктора сельскохозяйственных наук А.М. Тараканова разработана имитационная модель для прогнозирования технического состояния гидролесомелиоративной сети, позволяющая разработать соответствующий прогноз вероятности нормального функционирования каналов. На объекте исследования давность лесосошения составляет 37 лет. По результату визуальной оценки состояние гидротехнических сооружений определено как неудовлетворительное. По результатам натурного осмотра нормальное функционирование по прошествии 37-летнего периода составляет 30%, что согласуется с результатами работ в данном направлении [8, 9, 10]. Причинами снижения эффективности и состояния каналов являются разрушение от прохода лесозаготовительной техники, оставление порубочных остатков в них, уменьшение глубины каналов из-за заиления и обрушения стенок [9].

Для получения таксационной характеристики древостоя проведены полевые работы на постоянной пробной площади и на контроле. Перечень работ, проводимых на пробных площадях, определялся целью и задачами исследования. Таксационная характеристика элементов древостоя необходима для изучения динамики хода роста насаждения, товарной и сортиментной структуры. При проведении полевых и камеральных работ придерживались требований отраслевого стандарта «Площади пробные лесоустойчивые» (1984). Для оценки состояния гидролесомелиоративной сети использована методика ФБУ «СевНИИЛХ» [4]. Оценку состояния осушительных каналов проводили путем сравнения глубины каналов в момент обследования с проектируемой величиной в момент их создания.

Расстояние между каналами на объекте исследования составляет 90 м. Проективная глубина каналов, согласно архивным данным, составляет 0,55–0,65 м.

Для ограничения пробных площадей на местности при проведении работ использовали нитевой измеритель WalkTax.

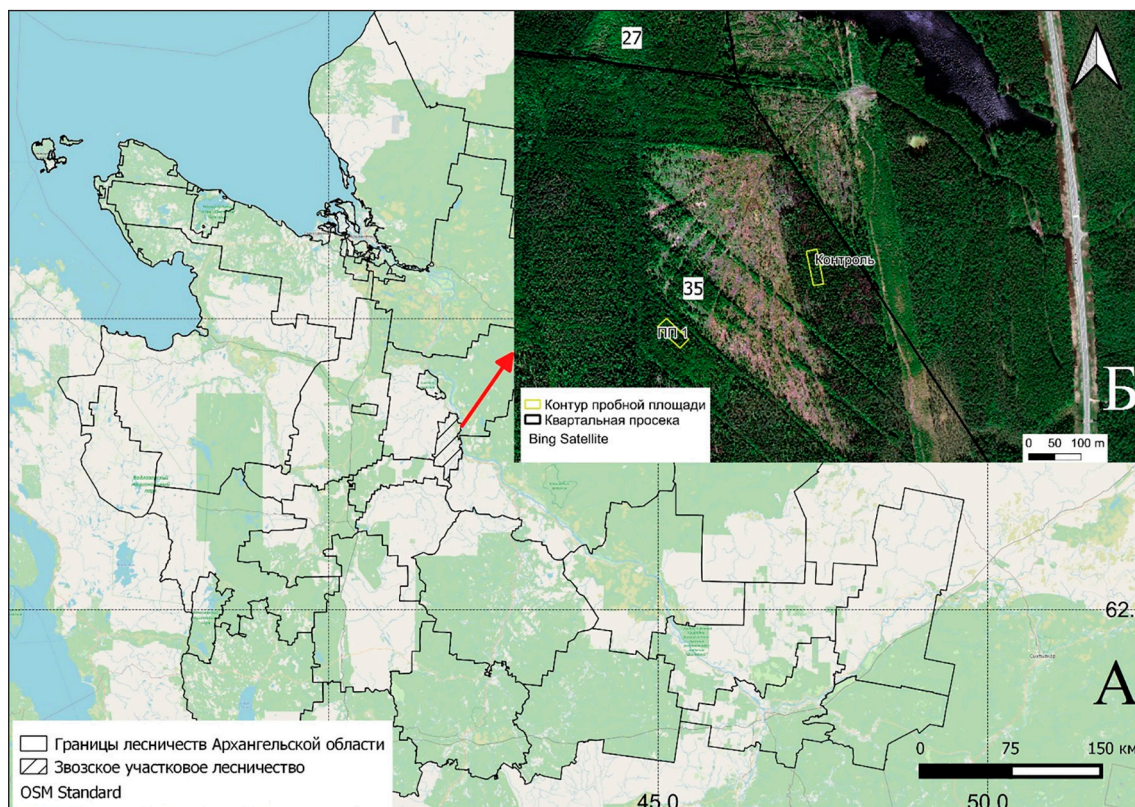


Рис. 1. Расположение пробных площадей:
 а – расположение объектов исследования на карте Open Street Map;
 б – схема расположения ПП внутри 35-го квартала Звездского участкового лесничества

Для определения географических координат поворотных точек проб применяли GPS-навигатор Garmin 62. Полученные координаты в дальнейшем использовали для создания схемы расположения опытных объектов в ГИС QGIS. Для получения суммы площадей сечений, измерения среднего диаметра и других таксационных параметров на каждой пробной площади проведен сплошной пересчет диаметров деревьев. В процессе пересчета определяли категорию технической годности деревьев с разделением на деловые, полуделовые и дровяные. В отдельную ведомость заносили сухостойные деревья. Диаметры деревьев измерены на высоте 1,3 м от шейки корня с точностью до 0,1 см. Для исключения повторного пересчета или пропуска каждое дерево отмечали мелом. Измерение высот деревьев проводили для определения разряда высот и средней высоты элементов древостоя. Работы осуществляли при помощи высотомера Suunto PM-5/1250 с точностью измерения $\pm 0,1$ м. Высоты деревьев измеряли у 10–15 деревьев из числа деловых, распределенных пропорционально количеству стволов каж-

дой ступени толщины. Для определения запаса использованы разрядные таблицы, применяемые в районе исследования [11, с. 94]. Расположение пробных площадей приведено на рисунке 1.

Результаты исследования и их обсуждение

Объектом исследования являются лесные насаждения на переувлажненных землях, пройденные гидротехнической мелиорацией. Объект исследования находится в составе гидролесомелиоративного стационара, в который входят 33, 34, 35, 36, 43, 44, 45 кварталы Звездского участкового лесничества, Емецкого лесничества. По материалам лесоустройства 1995 года осушенная площадь стационара составляет 2495 га. Из общей осушенной площади 64% занимают сосняки, 36% – ельники. Сотрудниками Архангельского института леса и лесохимии (в настоящее время ФБУ «СевНИИЛХ») заложены постоянные пробные площади на территории, где спланированы и в последующем проведены работы по гидротехнической мелиорации и рубке различного назначения.

Таблица 1

Таксационная характеристика изучаемых древостоев

№ пп (год)	Тип леса	Бонитет	Ярус	Состав	Возраст, лет	Среднее		Число стволов шт/га	Полнота	Запас, м ³ /га		
						высота, м	диаметр, см					
1 (1984) до рубки	Е. чер. вл.	Va	I ярус	7Е	220	13,8	17,8	546	0,8	94		
				2Е	160	11,6	14,0	260		23		
				1Б	100	13,8	17,8	123		21		
			Итого по I ярусу							929	0,8	138
			II ярус	10Е	100	7,6	8,5	643	0,2	17		
Итого								1149	1,0	155		
1 (2024)	Е. чер. вл.	V	I ярус	7Е	77	12	14,9	953	0,71	121		
				3Б	40	11,7	8,3	1520	0,39	53		
			Итого							2473	1,1	174
Контроль (2024)	Е. чер. вл.	V	I ярус	8Е	160	14,3	16,1	1127	0,85	187		
				2Б	60	12,7	10,7	613	0,25	37		
			Итого							1740	1,1	224

* Осушен в 1986 году, сплошная рубка в 1987 году с сохранением 2-го яруса ели и подроста 9Е1Б 1,7 м 3,0 тыс. шт./га



Рис. 2. Общий вид изучаемых древостоев:
А древостой на Контроле; Б древостой со сплошной рубкой

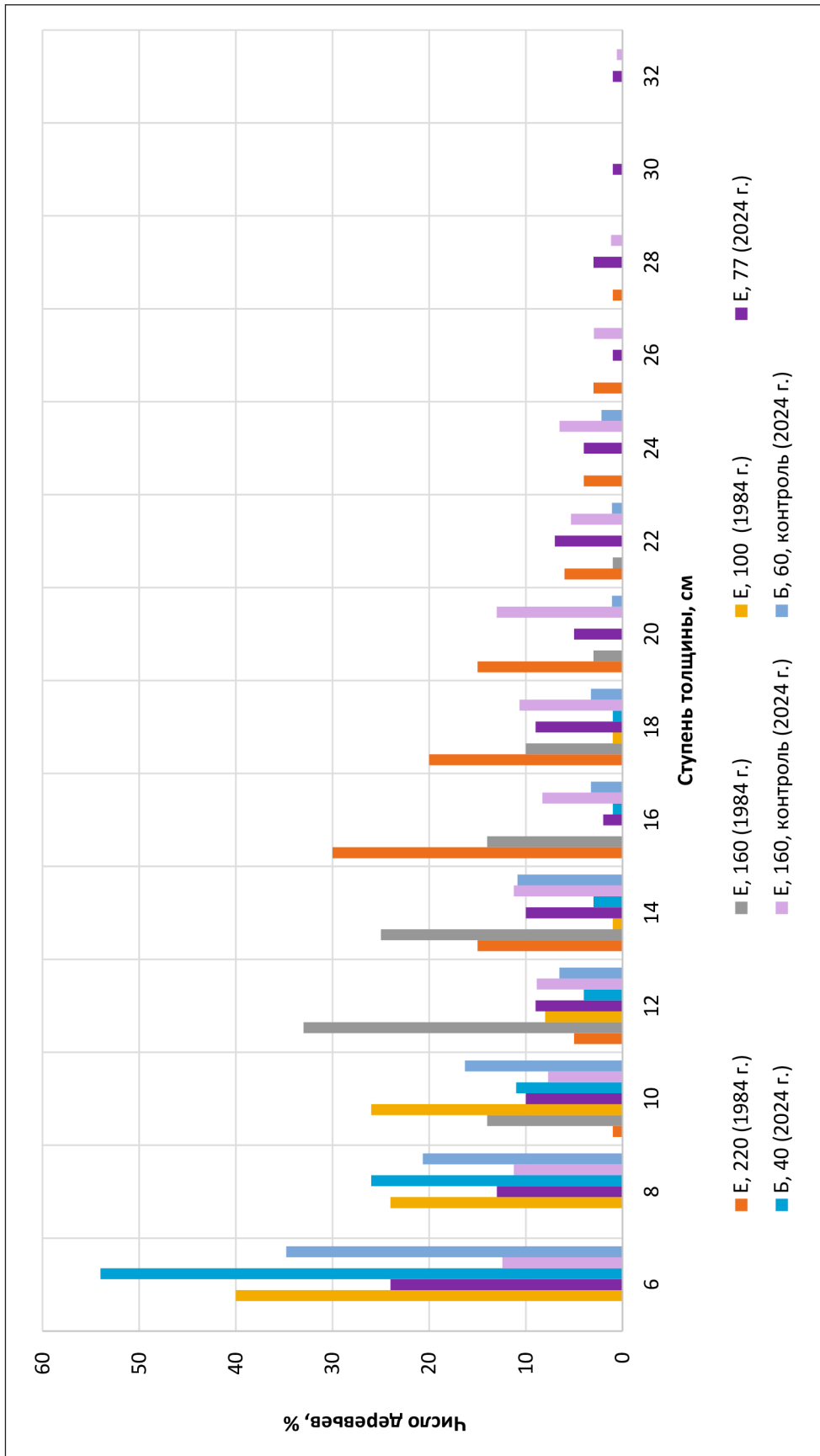


Рис. 3. Распределение деревьев на пробной площади по возрастным поколениям и ступеням толщины

Для изучения реакции древостоев на осушение и особенностей хода роста по высоте, диаметру и запасу в ельнике черничном влажном, пройденном сплошной рубкой, по результатам долговременного мониторинга на пробных площадях проведены полевые работы. Пробная площадь № 1 расположена в 11-м выделе 35-го квартала Звозского участкового лесничества, Емецкого лесничества. Территория ПП-1 осушена в 1986 году. Через год после осушения, в 1987 году, территория пробной площади ПП-1 пройдена сплошной рубкой с сохранением тонкомера и подроста ели. Для оценки таксационной характеристики на ПП-1 проведено повторное обследование в 2024 году. В качестве контроля в 35-м квартале 3-м выделе Звозского участкового лесничества выбрана пробная площадь, осушенная в 1986 году без проведения сплошной рубки. Таксационные характеристики пробной площади ПП-1 и контроля за период наблюдения приведены в таблице 1.

На рисунке 2 приведены фотографии изучаемых древостоев при проведении обследования в 2024 году.

В таблице 2 приведено распределение деревьев на пробной площади по возрастным поколениям и ступеням толщины на ПП-1 и контроле.

До проведения рубки (табл. 2) в изучаемом ельнике черничном влажном перестойная часть ели по числу стволов составляет 70% и по запасу древесины – 76%. Перестойные деревья ели (160–220 лет) сосре-

доточены в основном (63%) в ступенях толщины 16–28 см. Во втором ярусе на 99% ель представлена в тонкомерных ступенях толщины (6–14 см).

В 2024 году только 66% от количества деревьев расположено в тонкомерных ступенях толщины (6–14 см), что говорит о сохранении и успешном росте деревьев, оставленных после сплошной рубки в 1987 году. Оставление подроста и второго яруса ели может существенно повысить эффективность лесовосстановления на вырубках в таежной зоне европейской части страны, предотвратит смену пород на мягколиственные и сократит оборот рубки [12].

Изменение количества деревьев по ступеням толщины характеризует распределение (структуру) и динамику древостоя с течением времени. Распределение числа деревьев ели по ступеням толщины приведено на рисунке 3.

Проведен статистический анализ на нормальность распределения еловой части древостоя на контроле в 2024 году путем проведения теста χ^2 (*Chi-square test*). В случае если $p > 0,05$, то можно сделать вывод о том, что анализируемое распределение не отличается от нормального. В нашем случае с распределением диаметров ели получаем $p = 0,00006$, что не подтверждает гипотезу о нормальности распределения этих данных. Сделан вывод о том, что распределение значений диаметров ели на контроле статистически отличается от нормального распределения.

Таблица 2

Распределение деревьев на пробной площади по возрастным поколениям и ступеням толщины на ПП-1 и контроле

Ярус	Порода	Возраст, лет	Число деревьев шт./га	В том числе по ступеням толщины, %													
				6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
ПП-1																	
I ярус*	Е	220	546	0	0	1	5	15	30	20	15	6	4	3	1	0	0
	Е	160	260	0	0	14	33	25	14	10	3	1	0	0	0	0	0
II ярус*	Е	100	643	40	24	26	8	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
I ярус**	Е	77	953	24	13	10	9	10	2	9	5	7	4	1	3	1	1
	Б	40	1520	54	26	11	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Контроль без рубки**																	
I ярус	Е	160	1127	12	11	8	9	11	8	11	13	5	7	3	1	0	1
	Б	60	613	35	21	16	7	11	3	3	1	1	2	0	0	0	0

* по результатам работ в 1984 году.

** по результатам работ в 2024 году.

Проведен статистический анализ на нормальность распределения еловой части древостоя на пробе со сплошной рубкой при обследовании в 2024 году. Для теста χ^2 получаем $p=0,00001$, что также не подтверждает гипотезу о нормальности распределения этих данных.

Визуальная оценка структуры еловой части древостоя поколения 160–220 лет в 1984 году позволила сделать вывод о нормальном распределении. Однако в результате проведенного теста χ^2 ($p=0,01$) эта гипотеза была отклонена, поэтому сделан вывод о достоверном отличии изучаемого распределение от нормального.

Выводы

1. Выявлены особенности хода роста по высоте, диаметру и запасу в ельнике черничном влажном, пройденном сплошной рубкой, по результатам долговременного мониторинга на пробных площадях. Показана динамика структуры древостоя после сплошной рубки осушенного ельника черничного влажного. Проведена оценка на нормальность распределения ели в изучаемых древостоях с помощью теста χ^2 .

2. Данные по запасу показали, что среднепериодический прирост еловой части древостоя, пройденного сплошной рубкой, за 37 лет составил 2,8 м³/га. В древостое, где не проведена сплошная рубка, среднепериодический прирост еловой части составил 0,86 м³/га, что говорит о значительно большей скорости увеличения древесной массы. Преобладание стволов ели как по запасу, так и по числу говорит об успешном естественном возобновлении ели на вырубке. Оставленный второй ярус с запасом 17 м³ ели, а также сохраненный подрост позволили сформировать еловый древостой без смены пород и длительного периода возобновления. Общий запас 174 м³ древесины на месте сплошной рубки превосходит данные из таблиц хода роста для 5-го класса бонитета ельника черничного влажного.

3. Сформирован высокопродуктивный смешанный елово-березовый древостой, что говорит о возможности вести заготовку древесины на осушенных землях.

4. По результатам оценки состояния осушительной сети сделан вывод о неудовлетворительном ее состоянии. Ухудшение состояния каналов произошло из-за уменьшения глубины и зарастания осушителей. Ухудшение состояния каналов и функционирования сети негативно влияет на пропускную способность каналов и препят-

ствует проективной работе системы осушения. Лесоводственная оценка показывает, что формируемые древостои не утратили устойчивость, а уровень отпада соответствует естественной динамике древостоя в процессе роста.

Список литературы

1. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30 июля 2020 г. N 534 «Об утверждении Правил ухода за лесами». [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012180022> (дата обращения: 08.06.2024).

2. Лесной кодекс Российской Федерации (в ред. Федеральных законов от 13.05.2008 N 66-ФЗ Статья 53.1. Предупреждение лесных пожаров Статья 53.1 изменена с 1 января 2024 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102110364> (дата обращения: 08.06.2024).

3. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 04.12.2020 № 1014 «Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений» (Зарегистрирован 18.12.2020 № 61556). [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012180052> (дата обращения: 08.06.2024).

4. Тараканов А.М., Симаков А.А., Капистка В.В., Дворяшин А.В. Особенности ведения лесного хозяйства на осушаемых землях // Наука – лесному хозяйству Севера: Сборник научных трудов ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства» / Ответственный редактор: Н.А. Демидова. Архангельск: ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», 2019. С. 9-18.

5. Столбовой В.С. Единый государственный реестр лесных почв России // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2018. № 6. С. 102-109. DOI: 10.1134/S2587556618060158.

6. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Почвы субъектов Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: <https://egrpr.esoil.ru/content/adm/adm29.html> (дата обращения: 08.07.2024).

7. Тараканов А.М. Рост осушаемых лесов и ведение хозяйства в них. Архангельск: Сев. НИИ лесного хоз-ва, 2004 (ГУП Соломбальская тип.). 228 с.

8. Федотов И.В. Эффективность осушения лесов в Архангельской области и рекомендации по ее улучшению // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2, № 5-3 (10-3). С. 463-466. DOI: 10.12737/7027.

9. Федотов И.В. Мониторинг состояния осушаемых лесов и ведение хозяйства в них на примере Архангельской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Архангельск, 2017. 22 с.

10. Федотов И.В., Третьяков С.В., Ильинцев А.С. Влияние гидротехнической мелиорации на качество древесины сосны // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2016. № 214. С. 131-140.

11. Лесотаксационный справочник по северо-востоку Европейской части Российской Федерации (нормативные материалы для Ненецкого автономного округа, Архангельской, Вологодской области и республики Коми) / Федеральное агентство лесного хозяйства, ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства»; сост.: канд. с.-х. наук Войнов Г.С. и др. Архангельск: ОАО ИПП Правда Севера, 2012. 672 с.

12. Татарников Д.В., Дерюгин А.А. Многолетние стационарные исследования в южнотаежных фитоценозах Ярославской области // Успехи современной биологии. 2020. Т. 140, № 6. С. 616-623. DOI: 10.31857/S0042132420060083.