

А.П. Смирнов, А.А. Смирнов

**ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСА
В ОСУШАЕМЫХ СОСНЯКАХ,
ПРОЙДЕННЫХ КОМПЛЕКСНЫМИ РУБКАМИ**

Введение. Одна из актуальных задач современного лесоводства – эффективное ведение лесного хозяйства на землях, в осушение которых во второй половине 20-го века были вложены огромные трудовые затраты и денежные средства.

Лесорастительный потенциал осушаемых торфяных почв не проявлялся в полной мере, если насаждения имели высокий возраст или образовали разновозрастные, низкополнотные и малоценные древостои. Поэтому одновременно с осушением разновозрастных древостоев или сразу после него необходимо удаление спелых и перестойных деревьев с целью устранения затенения и корневой конкуренции между старым и молодым поколениями леса [Пьявченко, 1972].

К молодому поколению в полной мере относится и подрост лесообразующих пород на осушаемых объектах.

Целью настоящей работы является оценка динамики естественного возобновления после комплексных рубок (рубок омоложения) в разновозрастных сосняках кустарничково-сфагновых на осушаемом верховом болоте. Приводятся результаты длительных, 40-летних наблюдений на стационарных объектах.

Объекты и методика исследования. Наблюдения за динамикой состава и количества подроста проводились на Тосненском гидромелиоративном стационаре кафедры почвоведения Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета (Тосненский район Ленинградской области). Стационар заложен в 1967 г. проф. Б.В. Бабиковым для осуществления гидрологических исследований в условиях экспериментального осушения, с расстояниями между каналами 65, 130 и 205 м [Бабиков, 1980].

Тип леса на опытном объекте – сосняк кустарничково-сфагновый осушаемый. В 1984 г., через 17 лет после лесомелиоративных работ, на стационаре проводились опытные рубки. Цель эксперимента – выявить особенности восстановительных процессов после разреживаний древостоев в

условиях осушения верхового торфяника такой интенсивности, когда на всем межканальном промежутке древостой имеет один класс бонитета после осушения. Поэтому рубки были проведены в местах впадения осушителей в собиратели (под острым углом), на участках при условных средних расстояниях между каналами 45 и 20 м, а также на одном из участков с расстоянием между каналами 65 м.

Опытные участки на объекте распределены по двум сериям. В 1-й серии общая мощность торфяной залежи достигала 2 м, мощность сфагнового очёса составляла 0,4–0,5 м, горизонт переходного торфа залегал на глубине 1,3–1,8 м. На момент рубок рост молодых 30–40-летних деревьев соответствовал здесь III классу бонитета. Бонитет определен по таблицам для осушаемых сосняков, задержанных в росте [Рубцов, Книзе, 1977]. Во 2-й серии опытных участков (серия А) лесорастительные условия были лучше. Мощность очёса составляла 0,3–0,4 м, слой переходного торфа залегал на глубине 0,8–1 м. На этих участках молодая сосна росла по II классу бонитета.

Выборке подлежали деревья старшей возрастной группы (70–80 лет и более). В большей или меньшей степени разреживалась также молодая часть древостоя по низовому методу. Опытные рубки в целом носили характер комплексных. Интенсивность разреживаний по суммарному запасу варьировала от 23 до 77 %. На одном из участков (ПП 1А-р) была проведена одновременно с осушением в 1967 г. сплошная рубка (табл. 1).

Методика исследования. Таксационные характеристики древостоев определены по методическим рекомендациям для осушаемых сосняков [Рубцов, Книзе, 1977]. Подрост лесообразующих пород (сосна, ель, берёза) учитывался на круговых учётных площадках размером 10 м², равномерно распределённых по площади на каждом из вариантов опыта. Количество учётных площадок варьировало, в зависимости от площади проб, от 14 до 30. Подрост распределялся по высоте (мелкий – до 0,5 м; средний – 0,5–1,5 м; крупный – более 1,5 м). Определялись также жизнеспособность и встречаемость подроста, т. е. равномерность его размещения по площади [Мартынов и др., 1994].

Результаты исследований и их обсуждение. В год проведения рубок, через 17 лет после осушения, подрост сосны имелся на всех участках, причем на большинстве из них – в количестве 7–10 тыс. экз./га, при встречаемости 77–100% (табл. 2).

Основная часть подроста сосны относилась к первой генерации после проведения гидромелиорации. Возраст крупного подроста в основном совпадал с давностью осушения (15–20 лет). Преобладал, как правило, средний по высоте подрост.

Таблица 1

Распределение пробных площадей по продуктивности древостоев, степени осушения и вариантам опыта

Distribution of sample plots according to stand productivity, degree of drainage and variants of experiment

Номер ПП	Расстояние между канавами, м	Класс бонитета сосны после осушения	Вариант опыта	Интенсивность рубки по запасу, %
1-р	20	III	рубка (1984 г.)	32
4-р	45	III	рубка (1984 г.)	57
2-к	45	III	контроль для ПП 1-р и ПП 4-р	–
1А-р	20	II	рубка (1967 г.)	100
2А-р	45	II	рубка (1984 г.)	52
4А-к	45	II	контроль для ПП 2А-р и ПП 1А-р	–
5А-р	65	II	рубка (1984 г.)	77
7А-к	65	II	контроль	–
15А-к	205	V	общий слабоосушаемый контроль	–

Формирование сравнительно густого и жизнеспособного подроста сосны в течение 17 лет после проведения осушительных работ на всех опытных участках было обеспечено, по-видимому, улучшением водно-воздушного и питательного режимов почвы, причем в условиях еще достаточного светового довольствия и слабой корневой конкуренции с только что «проснувшимся от болотной спячки» древостоем. Подрост сосны в количестве 6,7 тыс. экз./га сформировался также на общем слабоосушаемом контроле ПП 15А-к (середина межканавного промежутка при расстоянии между канавами 205 м), где понижение уровня почвенно-грунтовых вод было минимальным, а бонитет сосны повысился всего с Va до V класса [Смирнов, 2019].

В течение последующих 15 лет после проведения опытных рубок количество подроста сосны резко уменьшилось на всех вариантах рубок и на контроле (табл. 3).

Таблица 2

Характеристика жизнеспособного соснового подроста в осушаемом сосняке кустарничково-сфагновом в год разреживания древостоя (1984)**Characteristics of viable pine undergrowth in drained shrub-sphagnum pine forest in the year of thinning of the stand (1984)**

Номер ПП	Интенсив- ность руб- ки, %	Густота древостоя, дер./га	Подрост				
			густота, экз./га	встречае- мость,%	категории, %		
					круп- ный	сред- ний	мел- кий
контрольные варианты							
2-к	—	3968	9430	100	36	51	13
4А-к	—	2186	7781	100	25	63	12
7А-к	—	1600	9268	100	21	53	26
15А-к	—	1466	6726	100	23	42	35
варианты с проведением рубок							
1-р	32	3185	4624	77	64	29	7
4-р	75	2518	7038	94	20	65	15
1А-р	100	1431	10515	100	20	52	18
2А-р	52	1347	6590	100	6	83	11
5А-р	77	780	9338	100	7	61	32

Особенно интенсивный отпад подроста (уменьшение густоты в 53 раза) наблюдался на контрольной секции ПП 2-к и на участке рубок 1А-р (уменьшение густоты в 22 раза). В обоих случаях в наибольшей степени происходило усыхание крупного подроста. На других вариантах опыта интенсивность отпада была значительно меньшей, но всё же достаточно высокой (уменьшение густоты в 2,8–7,8 раза) (рис. 1).

Уменьшение количества подроста сосны происходило в вариантах опыта с самыми разными таксационными характеристиками древостоев. В 1999 г. полнота варьировала от 0,4 до 0,8, густота от 0,8 до 5 тыс. дер./га, класс бонитета от II до V. На слабоосушаемом контроле (ПП 15А-к) происходили те же процессы, что и на интенсивно осушаемых участках – густота подроста за 15 лет снизилась в 3,6 раза.

Таблица 3

Характеристика жизнеспособного соснового подроста в сосняке кустарничково-сфагновом через 15 лет после рубки (1999 г.)

Characteristics of viable pine undergrowth in shrub-sphagnum pine forest 15 years after felling (1999)

Номер ПП	Интенсив- ность руб- ки, %	Густота древостоя, дер./га	Подрост				
			густота, экз./га	встречае- мость,%	категории, %		
					круп- ный	сред- ний	мел- кий
контрольные варианты							
2-к	—	3968	179	10	100	—	—
4А-к	—	2186	2459	83	59	40	1
7А-к	—	1600	2016	92	56	42	2
15А-к	—	1466	1872	89	74	21	5
варианты с проведением рубок							
1-р	32	3185	1533	86	39	45	16
4-р	75	2518	1063	67	5	71	24
1А-р	100	1431	478	52	20	74	6
2А-р	52	1347	841	51	49	51	—
5А-р	77	780	3327	100	56	41	3

Это в целом соответствует данным других исследователей [Кузнецов и др., 1977; Солнцев, 2008]. По-видимому, усыхание подроста в первую очередь связано с усиленным ростом древостоев в этот период. За 15 лет запас сосняков на интенсивно осушаемых участках, как в вариантах с разреживанием, так и на контрольных, увеличился в 2,6–4 раза, а на ПП 5А-р – почти в 5 раз. Густота древостоев в большинстве случаев также возросла, хотя и незначительно – на 7–17%. Однако на отдельных вариантах опыта густота древостоев снизилась, причем особенно заметно (на 29%) на ПП 2-к. И на этом же участке зафиксировано и наибольшее снижение густоты подроста.

В.Г. Рубцов и А.А. Кнize [1981] считали, что отпад сосны в этих условиях объясняется в первую очередь недостатком света. Кроме того, по мнению авторов, в хорошо осушенной полосе межканавного пространства в сухие годы может иметь место некоторый дефицит почвенной влаги, что при большой густоте древостоя также приводит к усилению отпада.

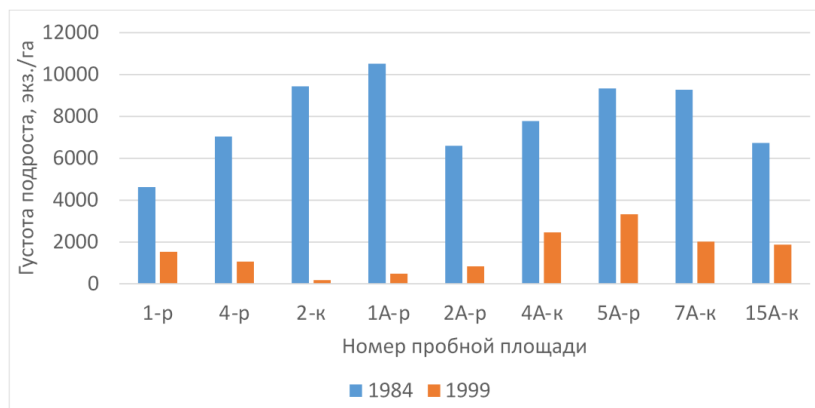


Рис. 1. Динамика количества подроста сосны на опытных участках по годам наблюдений

Fig. 1. Dynamics of the amount of pine undergrowth in experimental plots by years of observation

До проведения рубок в 1984 г. количество подроста сосны не имело достоверной корреляционной связи с густотой древостоев на опытных участках. В 1999 г. на контрольных участках выявлена достоверная, на 10%-ном уровне значимости, достаточно тесная отрицательная корреляция густоты подроста с густотой древостоев ($R = -0,77$), а на экспериментальных участках – с абсолютной полнотой, $R = -0,78$, и с запасами древостоев ($R = -0,75$).

Возможно, что на подрост сосны повлияла конкуренция не только с древостоем, но и с подростом березы, появившимся к 1999 году. Молодое поколение березы лучше адаптируется к новым условиям на осушаемых объектах по сравнению с сосной [Матюшкин, 1997]. Резкое уменьшение численности жизнеспособного подроста сосны и появление подроста березы в средневозрастном сосняке осоково-кустарничковом через 20 лет после проведения осушительных работ отмечено также на Среднем Урале [Залесов и др., 2012].

Всё же основной причиной отпада подроста сосны следует считать ускорение роста древостоя в этот период и, следовательно, усиление корневой конкуренции за элементы питания в поверхностном горизонте почвы, где расположена основная масса мелких сосущих корней. Как указывают В.С. Ипатов и Л.А. Кирикова, «представляется невероятным, чтобы

подрост (имеющий небольшие размеры) мог длительное время существовать в условиях конкуренции с верхним ярусом и не гибнуть... Конкуренция в подросте протекает под жестким прессом верхнего яруса, в условиях ограничения светового довольствия и, видимо, отчасти и количества почвенного раствора, поскольку хотя бы частично корни подроста и деревьев верхнего яруса все же соприкасаются» [Ипатов, Кирикова, 1997].

В течение следующих 15 лет, к 2014 г., подрост сосны на всем объекте полностью перешёл в отпад (рис. 2, 3).

В год проведения рубок (1984) мелкий подрост берёзы встречался единично лишь на участках 2-й серии. Налёт семян этой породы был обеспечен наличием взрослых деревьев на окрайке болота, примерно в полукилометре от опытных объектов. Береза повислая *Betula pendula* Roth., являясь анемохорным растением, распространяет семена по воздуху на расстояние до нескольких километров от материнского растения [Тимофеев, 2023].



Рис. 2. Общий вид насаждения на общем контроле ПП 15А-к.
Подрост сосны отсутствует (2014 год)

Fig. 2. General view of the planting on the general control of PP 15A-k.
Undergrowth of pine is absent (2014)



Рис. 3. Общий вид насаждения на ПП 2А-р с наличием подроста березы.
Подрост сосны отсутствует (2014 год)

Fig. 3. General view of the planting on PP 2A-r with the presence
of birch undergrowth. Pine undergrowth missing (2014)

По данным молекулярно-генетического анализа, на олиготрофных верховых болотах абсолютно преобладают особи именно *Betula pendula*, гибриды редки, а деревья *Betula pubescens* Ehrh. встречаются единично [Маслов и др., 2019].

К 1999 году подрост берёзы появился на всех участках, в единичном количестве даже на слабоосушаемом общем контроле ПП 15А-к (табл. 4). Отпад березы практически отсутствовал на всем объекте.

К 2014 г. на участках 2-й серии из крупного подроста березы сформировался второй ярус высотой 6–8 м, диаметром 4–6 см, в количестве около 0,25 тыс. дер./га, при высотах 1-го яруса сосны на опытных участках 14–16 м, густоте 1,5–2 тыс. дер./га. Единичные деревья березы диаметром 18–22 см возле каналов входили в первый ярус.

Таблица 4

**Характеристика подроста березы
в осушаемом сосняке кустарничково-сфагновом
через 15 лет после разреживания древостоя (1999)**

**Characteristics of birch undergrowth in drained shrub-sphagnum pine
forest 15 years after thinning of the stand (1999)**

Номер ПП	Интенсив- ность руб- ки, %	Густота древос- тая, дер./га	Подрост				
			густота, экз./га	встречае- мость, %	категории		
					круп- ный	сред- ний	мел- кий
контрольные варианты							
2-к	–	3968	438	25	28	29	43
4А-к	–	2186	480	42	55	39	6
7А-к	–	1600	900	47	22	78	–
15А-к	–	1466	66	4	–	50	50
варианты с проведением рубок							
1-р	32	3185	1017	61	56	22	22
4-р	75	2518	1223	56	5	54	41
1А-р	100	1431	4133	100	61	36	3
2А-р	52	1347	1480	62	50	50	–
5А-р	77	780	1915	73	47	53	–

Через 40 лет после проведения рубок (2023 г.) присутствие подроста березы сохранилось на большинстве участков. На контрольных вариантах 2-й серии густота березового подроста в 6,5 раза выше по сравнению с таковыми 1-й серии; на участках рубок – соответственно выше лишь в 2 раза (рис. 4). В 1999 г. преобладал средний или крупный подрост берёзы, в 2014 и 2023 гг. – крупный. Подрост и деревья березы второго и первого ярусов, как правило, приурочены к каналам, где больше света и лучше водно-воздушный и питательный режимы почв.

Очень тесная отрицательная корреляция (R) количества подроста берёзы с густотой древостоев наблюдалась по годам наблюдений на контрольных вариантах опыта. Менее тесная – на экспериментальных вариантах (табл. 5).

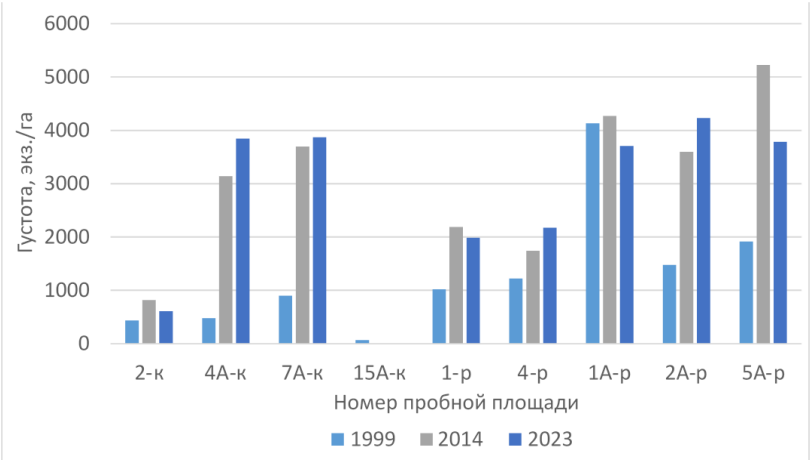


Рис. 4. Динамика подроста березы на опытных участках по годам наблюдений
Fig. 4. Dynamics of birch undergrowth in experimental plots by years of observation

Таблица 5

Корреляция количества подроста березы с густотой древостоев
Correlation between the amount of birch undergrowth and stands thickness

Год учета	Контрольные варианты	Варианты с рубкой
1999	−0,97	−0,69
2014	−0,98	−0,88
2023	−0,95	−0,93

В 2023 г. отдельные деревья березы в первом ярусе на участках 2-й серии достигли диаметра 24–28 см. Во втором ярусе деревьев было вдвое меньше по сравнению с 2014 годом, в среднем около 150 экз./га.

Разрастание подроста и формирование 2-го яруса березы связано, по-видимому, с ресурсосберегающей ролью этой породы [Мельников, 1999]. Известно, что береза характеризуется более высокой потребностью в элементах питания по сравнению с сосной и обеспечивает возможность быстрого захвата, связывания и возврата питательных веществ в почву с опадом [Медведева и др., 1977]. Опад березы угнетающе действует на сфагновые мхи [Книзе, Рубцов, 1982] и обогащает почву азотом [Мелентьева, 1980].

Несмотря на относительное обилие подроста берёзы на интенсивно осушаемых участках спустя полвека после устройства каналов и формирование в сосняке низкополнотного второго березового яруса (в форме под-

леска), перспективы полноценного участия березы в составе первого яруса по всей территории участков весьма проблематичны. По-видимому, берёза будет и впредь участвовать в составе древостоев в количестве одна-две единицы в основном лишь у каналов. На эффективно осушаемых участках кустарничково-сфагновых болот в Архангельской области береза присутствует в составе до 3 единиц [Пономарева, 2022].

Подрост ели в год рубки (1984) в единичных экземплярах имелся лишь на отдельных участках 2-й серии. Несмотря на малую численность как на разреженных, так и на контрольных вариантах, подрост ели оценивается как жизнеспособный, а по высоте относится к мелкому и среднему. Положительное влияние проведения несплошных рубок в осушаемых лесах на появление подроста ели отмечается в литературе [Грозин, 2003].

К 1999 г. густота подроста ели на участках 2-й серии составляла 0,1–0,4 тыс. экз./га, и в дальнейшем почти не увеличивалась. Несмотря на крайне незначительное количество елового подроста и его неравномерное распределение по площади, за последние 15–25 лет практически отсутствует его отпад (табл. 6).

Таблица 6

Динамика суммарного количества жизнеспособного подроста по годам наблюдений в осушаемом сосняке кустарничково-сфагновом
Dynamics of the total amount of viable undergrowth by years of observation in drained shrub-sphagnum pine forest

Номер ПП	Густота жизнеспособного подроста по породам и годам наблюдений, экз./га										
	сосна			береза				ель			
	1984	1999	2014	1984	1999	2014	2023	1984	1999	2014	2023
контрольные варианты											
2-к	9430	179	0	0	438	820	612	0	0	0	0
4А-к	7781	2459	ед	ед	480	3141	3845	0	132	150	136
7А-к	9268	2016	ед	ед	900	3696	3870	0	36	48	36
15А-к	6726	1872	0	0	66	0	0	0	0	0	0
варианты с проведением рубок											
1-р	4624	1533	0	0	1017	2187	1990	0	0	0	0
4-р	7038	1063	0	0	1223	1743	2176	0	0	26	20
1А-р	10515	478	0	ед	4133	4268	3709	0	48	60	74
2А-р	6590	841	ед	ед	1480	3600	4232	ед	356	382	338
5А-р	9338	3327	ед	ед	1915	5227	3786	ед	92	156	140

Сплошная или равномерно-постепенная рубка спелого соснового древостоя на опытном объекте бесспорно вызовет массовое появление подроста сосны и березы. Можно предположить, что на участках 1-й серии будет преобладать подрост сосны, на участках 2-й – подрост березы. Во всяком случае, успешное возобновление этих пород на интенсивно осушаемых участках верхового болота обеспечит в будущем формирование полноценных древостоев.

Заключение. Опытные комплексные рубки проводились в разновозрастных сосняках на интенсивно осушаемых участках верхового торфяника через 17 лет после устройства каналов. Полностью удалялась старовозрастная часть древостоя, в молодой части проводилось разреживание. В год проведения рубок (1984) подрост сосны имелся на всех опытных участках, причем на большинстве из них – в количестве 7–10 тыс. экз./га, при встречаемости 77–100%. В течение последующих 15 лет количество подроста сосны уменьшилось до 0,2–3,3 тыс. экз./га. Еще через 15 лет (2014) подрост сосны полностью перешел в отпад. По-видимому, основной причиной явилась усилившаяся конкуренция за свет и питательные вещества почвы со стороны интенсивно растущего древостоя.

В год проведения рубок мелкий подрост берёзы встречался единично. В течение последующих 15 лет (1999) подрост берёзы появился на всех участках в количестве 0,4–4 тыс. экз./га. Еще через 15 лет (2014) густота березы на большинстве участков возросла до 2–5 тыс. экз./га, и к настоящему времени (2023 г.) это количество почти не изменилось. Тем самым подтверждается, что молодое поколение березы лучше адаптируется к новым условиям на осушаемых объектах по сравнению с сосной. Больше подроста березы у каналов, где лучше световой и питательный режимы.

Подрост ели в год проведения рубок также встречался единично. К 1999 г. густота подроста ели на отдельных участках составляла 0,1–0,4 тыс. экз./га, и в дальнейшем почти не увеличивалась. Несмотря на крайне незначительное количество елового подроста и его неравномерное распределение по площади, за последние 15–25 лет практически отсутствует его отпад.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Бабилов Б.В. Гидрологический режим осушенных лесных болот, сформировавшихся на тяжелых почвах (на примере болота Гладкое Тосненского района Ленинградской области) // Значение болот в биосфере. М.: Наука, 1980. С. 81–95.

Грозин А.Н. Влияние осушения и выборочных рубок в елово-лиственных древостоях на состояние и рост подроста ели в условиях Среднего Урала: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.03.03. Екатеринбург, 2003. 20 с.

Залесов С.В., Залесова Е.С., Тукачева А.В. Последствия проходной рубки в осушенном сосняке осоково-кустарничковом // Аграрный вестник Урала, 2012. № 9 (101). С. 42–44.

Ипатов В. С., Кирикова Л. А. Фитоценология: учебник. СПб.: СПбГУ, 1997. 316 с.

Книзе А.А., Рубцов В.Г. О взаимовлиянии пород в осушенных сосняках // Современные проблемы гидролесомелиорации. Л.: ЛенНИИЛХ, 1982. С. 84–87.

Кузнецов А.Н., Рубцов В.Г., Книзе А.А. Формирование древостоев в связи с рубками и осушением. Л.: ЛенНИИЛХ, 1977. 54 с.

Мартынов А.Н., Сеннов С.Н., Грязькин А.В. Естественное возобновление леса. Текст лекций. СПб: ГЛТА, 1994. 43 с.

Маслов А.А., Баранов О.Ю., Сиринов А.А. Идентификация видов берез в заболоченных лесах центра Русской равнины по результатам молекулярно-генетического анализа // Лесоведение. 2019. № 3. С. 177–187.

Матюшкин В.А. Изменение густоты и породного состава сосновых насаждений в связи с осушением // Гидротехническая мелиорация земель, ведение лесного хозяйства и вопросы экологии: тез. докл. науч.-техн. конф. СПб.: СПб НИИЛХ, 1997. С. 57–58.

Медведева В.М., Егорова Н.В., Антипин В.К. Биологический круговорот азота и зольных элементов в некоторых типах заболоченных лесов и болот // Стационарное изучение болот и болотных лесов в связи с мелиорацией. Петрозаводск, 1977. С. 106–147.

Мелентьева Н.В. Почвы осушенных лесных болот. Новосибирск: Наука, 1980. 126 с.

Мельников Е.С. Лесоводственные основы теории и практики комплексного ухода за лесом: автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук. СПб.: СПбГЛТА, 1999. 42 с.

Пономарева Т.И. Влияние лесосушения на лесорастительные условия северо-таежного района Архангельской области: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Архангельск, 2022. 21 с.

Пьявченко Н.И. Об изучении болотных биогеоценозов // Основные принципы изучения болотных биогеоценозов. Л., 1972. С. 5–13.

Рубцов В.Г., Книзе А.А. Ведение хозяйства в мелиорируемых лесах. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 118 с.

Рубцов В.Г., Книзе А.А. Закладка и обработка пробных площадей в осушенных насаждениях. Методические рекомендации. Л.: ЛенНИИЛХ, 1977. 44 с.

Смирнов А.П. Оценка осушения верховых торфяно-болотных почв в таежной зоне. LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2019. 133 с.

Тимофеев А.Н. Роль ветровых и водных потоков в распространении семян березы повислой *Betula pendula* Roth, 1788 // Экосистемы. Вып. 33. 2023. С. 144–151.

References

Babikov B.V. Hydrological regime of drained forest swamps, formed on heavy soils (on the example of the Gladkoye swamp of the Tosnensky district of the Leningrad region). *Meaning of swamps in biosphere*. M., 1980, pp. 81–95. (In Russ.)

Grozin A.N. Influence of drainage and selective felling in spruce-deciduous stands on the state and growth of spruce undergrowth in the Middle Urals. dis... Cand. Agricultural Sciences: 06.03.03. Ekaterinburg, 2003. 20 p. (In Russ.)

Ipatov V.S., Kirikova L.A. Phytocenology. Textbook. St. Petersburg: St. Petersburg State University Publ., 1997. 316 p. (In Russ.)

Knize A.A., Rubtsov V.G. On the Mutual Influence of Breeds in Drained Pine Trees. *Modern problems of forest hydromelioration*. L., 1982, pp. 84–87. (In Russ.)

Kuznetsov A.N., Rubtsov V.G., Knize A.A. Formation of stands in connection with felling and drainage. L.: LenNIILH Publ., 1977. 54 p. (In Russ.)

Martynov A.N., Sennov S.N., Gryazkin A.V. Natural renewal of the forest. Text of lectures. St. Petersburg, GLTA Publ., 1994. 43 p. (In Russ.)

Maslov A. A., Baranov O. Yu., Sirin A. A. Identification of birch species in swampy forests of the center of the Russian Plain based on the results of molecular genetic analysis. *Lesovedenie*, 2019, no. 3, pp. 177–187. (In Russ.)

Matyushkin V.A. Changes in the density and breed composition of pine plantations in connection with drainage. *Hydrotechnical melioration of lands, forestry management and ecology questions*. Doc. sci.-tech. conf. St. Petersburg, 1997, pp. 57–58. (In Russ.)

Medvedeva V.M., Egorova N.V., Antipin V.K. Biological circulation of nitrogen and ash elements in some types of swampy forests and swamps. *Stationary study of swamps and swampy forests due to melioration*. Petrozavodsk, 1977, pp. 106–147. (In Russ.)

Melentyeva N.V. Soils of drained forest swamps. Novosibirsk: Nauka, 1980. 126 p. (In Russ.)

Melnikov E.S. Forestry foundations of theory and practice of complex care for the forest. ... dis... doc. agricultural sciences. St. Petersburg: SPbGLTA Publ., 1999. 42 p. (In Russ.)

Ponomareva T.I. Influence of forest drainage on forest vegetation conditions of the northern taiga district of the Arkhangelsk Region. Dis... cand. agricultural sciences. Arkhangelsk, 2022. 21 p. (In Russ.)

Pyavchenko N.I. On the study of swamp biogeocenoses. *Main principles of the swamp biogeocenoses study*. L., 1972, pp. 5–13. (In Russ.)

Rubtsov V.G., Knize A.A. Farming in reclaimed forests. M.: Lesn. prom-st, 1981. 118 p. (In Russ.)

Rubtsov V.G., Knize A.A. Laying and processing of sample plots in drained plantations. Guidelines. L.: LenNIILH Publ., 1977. 44 p. (In Russ.)

Smirnov A.P. Assessment of drainage of raised peat-bog soils in the taiga zone. LAP LAMBERT Academic Publishing RU. 2019. 133 p. (In Russ.)

Timofeev A.N. Role of wind and water streams in the distribution of seeds of the hanging birch *Betula pendula* Roth, 1788. *Ecosystem*, 2023, vol. 33, pp. 144–151. (In Russ.)

Zalesov S.V., Zalesova E.S., Tukacheva A.V. Consequences of prohod felling in the drained pine forest of the sedge-shrub. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 2012, no. 9 (101), pp. 42–44. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 11.10.2023

Смирнов А.П., Смирнов А.А. Естественное возобновление леса в осушаемых сосняках, пройденных комплексными рубками // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. Вып. 249. С. 87–102. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.249.87-102

Опытные комплексные рубки проводились в разновозрастных сосняках в 1984 г., через 17 лет после устройства каналов на верховом торфянике. Удалялась старовозрастная часть древостоя, в молодой части проводилось разреживание. В год проведения рубок подрост сосны имелся на всех участках в количестве 7–10 тыс. экз./га. В течение последующих 15 лет (к 1999 г.) количество подроста сосны уменьшилось до 0,2–3,3 тыс. экз./га. Еще через 15 лет (2014 г.) подрост сосны полностью перешел в отпад. По-видимому, основной причиной явилась усилившаяся конкуренция за свет и питательные вещества почвы со стороны интенсивно растущего древостоя. Подрост берёзы сформировался через 15 лет после рубок на всех участках в количестве 0,4–4 тыс. экз./га. Еще через 15 лет (2014 г.) густота березы на большинстве участков возросла до 2–5 тыс. экз./га, и к настоящему времени (2023 г.) это количество почти не изменилось. Тем самым подтверждается, что молодое поколение березы лучше адаптируется к новым условиям на осушаемых объектах по сравнению с сосной. Больше подроста березы у каналов, где лучше световой и питательный режим. Подрост ели в год проведения рубок встречался единично. К 1999 г. густота подроста ели на отдельных участках составляла 0,1–0,4 тыс. экз./га, и в дальнейшем почти не увеличивалась. Несмотря на крайне незначительное количество елового подроста и его неравномерное распределение по площади, за последние 15–25 лет практически отсутствует его отпад.

Ключевые слова: осушаемые сосняки на верховом торфянике, комплексные рубки, динамика естественного лесовозобновления.

Smirnov A.P., Smirnov A.A. Natural renewal of the forest in drained pine forests, passed by complex logging. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2024, iss. 249, pp. 87–102 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2024.249.87-102

Experimental complex felling was carried out in pine forests of different ages in 1984, 17 years after the construction of canals on the upland peat bog. The old-growth part of the stand was removed, and thinning was carried out in the young part. In the

year of felling, pine undergrowth was available in all areas in the amount of 7-10 thousand specimens per hectare. Over the next 15 years (by 1999) the amount of pine undergrowth decreased to 0.2-3.3 thousand ind. per hectare. Apparently, the main reason was the increased competition for light and soil nutrients from the intensively growing stand. Birch undergrowth was formed in 15 years after felling in all areas in the amount of 0.4-4 thousand specimens per hectare. After another 15 years (2014), the density of birch in most areas increased to 2-5 thousand ind./ha, and by now (2023) this amount has not changed much. Thus, it is confirmed that the young generation of birch is better adapted to new conditions on drained objects compared to pine. There is more birch undergrowth near the canals, where the light and nutritional regime is better. In the year of felling, spruce undergrowth was found sporadically. By 1999, the density of spruce undergrowth in some areas was 0.1-0.4 thousand specimens per hectare, and in the future it almost did not increase. Despite the extremely small amount of spruce undergrowth and its uneven distribution over the area, over the past 15-25 years there has been practically no loss of it.

Keywords: drained pine forests on the raised peat bog, complex felling, dynamics of natural reforestation.

СМИРНОВ Александр Петрович – профессор кафедры лесоводства Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, доктор сельскохозяйственных наук. ORCID: 0000-0001-7720-216X, SPIN-код: 9945-4870.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: frontera12@gmail.com.

SMIRNOV Alexander P. – DSc (Agricultural), Professor, Department of Forestry, St.Petersburg State Forestry University. ORCID: 0000-0001-7720-216X, SPIN-code: 9945-4870.

194021. Institutskiy per. 5. St. Petersburg, Russia. E-mail: frontera12@gmail.com

СМИРНОВ Алексей Александрович – доцент кафедры лесной таксации, лесоустройства и геоинформационных систем Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат сельскохозяйственных наук.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: filsmi@yandex.ru

SMIRNOV Alexey A. – PhD (Agricultural), Associate Professor of the Department of Forest Taxation, Forest Management and Geographic Information Systems, St.Petersburg State Forestry University.

194021. Institutskiy per. 5. St. Petersburg, Russia. E-mail: filsmi@yandex.ru