

**Е.Н. Наквасина, И.В. Цветков, А.В. Давыдов, А.О. Корсакова**

**ТРАНСФОРМАЦИЯ СОСНЯКА КУСТАРНИЧКОВО-СФАГНОВОГО  
ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ОСУШЕНИИ  
В СЕВЕРНОМ ЛЕСНОМ РАЙОНЕ**

*Введение.* В лесном фонде Архангельской области процент заболоченности лесов составляет 54%, в том числе 31% заболоченных лесов и 24% болот. В подзоне северной тайги они представлены сосняками сфагновых типов леса, с пушицево-сфагновыми и кустарничково-сфагновыми ассоциациями [Тараканов, 2004, 2005; Соколов, Бахтин, 2006]. Характерная особенность таких лесов – их разновозрастность и низкополностность: бонитет не выше V, сомкнутость древостоев – 0,2–0,3.

Такие леса по классификации, принятой в современном лесоводстве, относят к непроточному экологическому ряду, к сфагновой хозяйственной группе типов леса, к IV группе эффективности лесосошения, и не рекомендуют включать в гидромелиоративный фонд [Тараканов, 2004, 2005; Соколов, Бахтин, 2006; Пахучий, Пахучая, 2017] из-за отсутствия их лесоводственной эффективности. Однако в ряде случаев подобные осушительные мелиорации сосняков сфагновых могли дать хорошую реакцию древостоев [Орлов, Кошельков 1971; Пахучая, 2017].

В Архангельской области основные работы по осушению лесных насаждений проводились во второй половине – конце XX века. И несмотря на практически полное прекращение работ в настоящее время, принятая Стратегия развития АЗРФ будет требовать проведения осушительных мероприятий в связи с развитием транспортной инфраструктуры и строительством, в зону которых будут поступать и низкобонитетные сфагновые леса, распространенные на Арктических и приарктических территориях. Цель осушения в этом случае может не нести лесоводственный аспект относительно повышения продуктивности лесов, на первый фланг выходят проблемы регулирования факторов среды и развития лесоболотных комплексов после осушения [Пономарева и др., 2021]. При проведении осушения заболоченных земель меняется состояние всех компонентов экосистем [Пахучий, Пахучая, 2017; Пахучая, 2017], что требует их комплексного изучения. Осушаемые леса также требуют и отдельных

подходов в технологиях их освоения и ведения хозяйства [Тараканов и др., 2019].

Спрогнозировать характер изменений лесоболотных комплексов сфагновой группы можно, изучив участки с проведенной осушительной мелиорацией разного возраста и разных технологий осушения. Наиболее ценными в этом отношении являются в том числе и объекты довоенного обустройства, проводимые часто ручным способом для различных целей. Таких участков в АЗРФ не так много, и они приобретают особую значимость и научный интерес.

Наши исследования посвящены изучению влияния длительного (более 80 лет) осушения, проведенного в сосняке кустарничково-сфагновом в северном лесном районе (Архангельская область), на состояние нижних ярусов биогеоценоза: естественное возобновление, живой напочвенный покров и свойства торфяной почвы.

*Материалы и методика исследований.* Объектом исследования являются осушаемые и неосушаемые насаждения Исакогорского участкового лесничества Архангельского лесничества (северотаежный лесной район). Предметом исследования является редкостойный сосняк кустарничково-сфагновый (вероятно, «сосна по болоту»), в котором в 1940 году на площади 3 га была проведена осушительная мелиорация частой сетью малозаглубленных каналов. Расстояние между осушителями около 30 м, всего заложено 9 регулирующих каналов, выведенных в собирательный канал. Обстоятельства и место проведения мелиоративных работ позволяют предположить, что целью осушения была подготовка участка для заготовки торфа. Почва – болотная верховая торфяная на средних торфах (торфяная олиготрофная). Работы предположительно проводились под руководством работников опытно-производственного хозяйства «Зеленец» Архангельской опытной мелиоративной станции (АОМС). К сожалению, никаких документов, позволяющих точно определить исполнителя и цель проведения работ, не имеется, но известно, что участвовал в закладке объекта и проводил первые исследования насаждений после осушения И.С. Мелехов (устное сообщение А.М. Тараканова).

Данный объект стал предметом научного интереса сотрудников АИЛиЛХ (ныне СевНИИЛХ) с 1970 года, когда в осушаемом средневозрастном сосново-березовом насаждении были заложены постоянные пробные площади. Проводились периодические обследования насаждений с целью изучения влияния гидромелиорации на почвенно-грунтовые условия,

древостой и остальные элементы насаждения. В насаждении была создана система колодцев, позволяющих отслеживать уровень грунтовых вод. По данным на 2002 год уровень почвенно-грунтовых вод весной колебался в пределах 25–33 см, а в среднем за вегетационный период 35–41 см.

Позднее, данный объект был включен в программу исследований о повышении продуктивности лесов при проведении рубок ухода. В 1976 году на части участка были проведены рубки ухода – прочистки с целью регулирования густоты насаждения и улучшения условий роста деревьев главной породы. В процессе ухода вырубались в основном деревья березы, а также большие и поврежденные деревья сосны. Для оценки лесоводственной эффективности рубок ухода в 1990 году была заложена отдельная пробная площадь.

При обследовании (2022 г.) размер пробных площадей составлял 80×20 метров, на осушаемых участках длинная сторона пробной площади ориентирована вдоль собирателей. Подготовленные вручную регулирующие и собирательные каналы, не смотря на некоторое зарастание (глубина около 0,5 и 0,8 м соответственно), продолжают выполнять водорегулирующую роль, и в весеннее и осеннее время заполнены водой.

Контрольная проба была заложена на неосушаемом участке, вблизи, но за пределами объекта осушения, и представляет из себя редкий сосняк кустарничкового–сфагновый (рис. 1). Уровень грунтовых вод в сохранившемся мелиоративном колодце высокий, почвенно-грунтовые воды находятся близко к поверхности почвы.

Изучение древостоя, естественного возобновления, живого напочвенного покрова и почв проводили по общепринятым методикам. Естественное возобновление под пологом древостоя изучали на 5 площадках размером 2×5 метра, заложенных на каждой пробной площади. Подрост подразделяли на категории по жизнеспособности и по высоте (мелкий, средний, крупный). Учитывали также породный состав, высоту и характер распространения подлеска.

Для изучения напочвенного покрова на пробных площадях закладывали по 10 учетных площадок размером 1×1 м, на которых учитывали видовой состав травяно–кустарничкового и мохово- лишайникового ярусов и относительное проективное покрытие видов. Рассчитывали коэффициент встречаемости; для оценки сходства флористического состава на пробных площадях – индекс Жаккара.

После проведения рекогносцировочных опробований, для изучения влияния осушительной мелиорации на морфолого-генетические свойства

почв заложили 2 полнопрофильных почвенных разреза (глубиной до 1,2 м) в осушаемом и неосушаемом насаждениях. Делали описание горизонтов почвенного профиля, устанавливали глубину залегания минерального горизонта, проводили диагностику и систематику почв.

При изучении физических и агрохимических почвенных свойств отдавали предпочтение верхней 50-сантиметровой толще, в первую очередь отзывающейся на снижение уровня грунтовых вод [Пономарева, 2022].

Отбирали образцы лесной подстилки с помощью рамки шаблона размером 10×10 см, в количестве 10 штук на пробную площадь, а также образцы торфа с помощью металлического цилиндра с режущими краями (бура) (или в случае слабого разложения торфа вырезая ножом прямоугольный образец учтенного размера) в количестве 10 шт. с толщи 0–20 см и 20–40 см.

В камеральных условиях по общепринятым в почвоведении методам [Наквасина, Любова, 2016] определили плотность сложения и влажность лесной подстилки и торфа, плотность твердой фазы (истинную плотность торфа) пикнометрическим способом, рассчитали скважность и скважность аэрации. Используя цилиндры с сетчатым дном, определили влагонасыщение торфа через 2 ч и 48 ч и после оттока влаги через 3–5 ч после окончания эксперимента, что соответствовало полной влагоемкости [Мисников и др., 2015]. Степень разложенности торфа – по плотности сложения [Оценка пригодности..., 1984]. Зольность торфа определяли согласно ГОСТ 11306-2013, кислотность – потенциометрически с помощью рН-метра «Эксперт».

Все эксперименты по водно-физическим свойствам проводили не менее, чем в двух повторностях. Статистическую обработку данных выполняли в специализированной программе Statistica.

*Результаты и обсуждение.* В настоящее время на осушаемой площади сформировалось сосново-березовое насаждение (рис. 2), произрастающее на торфяных почвах (глубина залегания торфа 180 – 200 см). Уровень стояния грунтовых вод более 35 см, что соответствует норме осушения, составляющей для региона 24–28 см [Тараканов, 2004].

Характеристика древостоев на изученных пробных площадях представлена в табл. 1. Из приведённых в таблице данных видно, что средний возраст деревьев на всех обследованных участках сопоставим, и относится к 4 классу возраста. Сосна на осушаемом и неосушаемом участках имеет колебания по возрасту от 45(60) до 82 лет, что подтверждает наличие сосны на момент осушения заболоченного участка.



Рис. 1. Неосушаемый сосняк кустарничково-сфагновый. Фото 2022 г.

Fig. 1. Undrinkable pine shrub-sphagnum. Photo 2022



Рис. 2. Осушаемый сосняк черничный (влажный). Фото 2022 г.

Fig. 2. Drained blueberry pine (wet). Photo 2022

Таблица 1

**Характеристика древостоев на исследованных пробных площадях**

**Characteristics of stands on the studied sample areas**

Состав	Порода	Средний возраст, лет	Класс бонитета	Средние		Сумма площадей сечений на 1 га, м <sup>2</sup>	Относительная полнота	Запас на 1 га, м <sup>3</sup>	Класс товарности
				диаметр, см	высота, м				
Неосушаемая пробная площадь (Контроль)									
10С+ Б ед. Е	С	63	Va	7,0	7,1	11,62	0,60	63	2
Осушаемая пробная площадь									
6С4Б	С	67	II	23,5	20,7	15,47	0,40	149	1
	Б	–		12,3	14,0	11,38	0,50	97	3
Итого						26,85	0,90	246	
Осушаемая пробная площадь с рубками ухода									
8С2Б	С	67	II	23,6	21,6	18,63	0,50	201	2
	Б	–		13,1	16,5	12,79	0,50	57	4
Итого							1,00	258	

На осушаемой площади почвенно–грунтовые условия положительно повлияли на общую продуктивность лесных насаждений: древостой характеризуется высокой продуктивностью (класс бонитета II), тогда как на неосушаемой пробной площади – Va. Значительные различия и по запасу древесины стволов. Запас древостоя на пробных площадях осушаемого участка в 4 раза превышает запас древостоя в контроле. После проведения рубок ухода в 1976 году запас естественным образом уменьшился, в сравнении с древостоем без рубок ухода, но к моменту обследования таксационные показатели и соответственно запас почти сравнялись. Это говорит о высокой энергии роста деревьев на осушаемом участке с проведенными рубками ухода.

В длительно осушаемом сосняке кустарничково-сфагновом подрост отсутствует, подлесок представлен рябиной 1200 шт./га. Проведение рубок ухода способствовало поселению под пологом древостоя редкой березы (200 шт./га), возможно порослевой после рубки, но не сосны; в подлеске также встречается редкая рябина (до 200 шт./га). В неосушаемом сосняке сосна с диаметром на высоте груди менее 6 см представлена в значительном количестве (5800 шт./га), однако по возрасту вряд ли ее можно считать подростом: высокий уровень грунтовых вод и нарушения в водно-воздушном режиме снижают рост деревьев и приводят к сильной изменчивости по возрастному составу древостоя.

Неудовлетворительное естественное возобновление на заболоченных землях с толстым сфагновым очесом отмечалось и ранее и считалось связанным с зависанием всходов в рыхлом поверхностном слое [Бабилов, Пахучий, 2014]. При этом сфагновые мхи в летний период из-за пересыхания прекращают свою жизнедеятельность и не поглощают воду из торфяной залежи [Davis et al., 2019; Пономарева и др., 2021]. Однако в Республике Коми на Тимане [Пахучая, 2017] в сфагновой группе объектов осушения отмечалось достаточно успешное возобновление сосны.

Изменение водно-воздушного режима почв при осушении, дополненное закономерным изменением светового режима и поступлением инсоляции в результате прореживания древесного полога при рубках ухода, вызвало значительные вариации в напочвенном покрове (табл. 2). Скудное флористическое богатство, характерное для верховых болот [Юрковская, 2012], при осушении снизилось и претерпело качественные трансформации.

Таблица 2

**Среднее проективное покрытие и встречаемость  
видов живого напочвенного покрова в сосняках**

**Average projective cover Average projective cover and occurrence  
of live ground cover species in pine forests and occurrence  
of live ground cover species in pine forests**

Вид	Неосушаемый		Осушаемый		Осушаемый с рубками ухода	
	ПП, %	В, %	ПП, %	В, %	ПП, %	В, %
Травяно-кустарничковый ярус						
Черника обыкновенная <i>Vaccinium myrtillus</i> L.	–	–	42	100	47	100
Брусника обыкновенная <i>V. vitis-idaea</i> L.	<1	10	12	100	28	100
Луговик дернистый <i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) Beauv.	17	100	7	90	5	90
Плаун болотный <i>Lycopodiella inundata</i> (L.) Holub.			<1	20	–	–
Ожика волосистая <i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd			<1	20	–	–
Вереск обыкновенный <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	13	100	–	–	–	–
Морошка обыкновенная <i>Rubus chamaemorus</i> L.		100	–	–	–	–
Кассандра болотная <i>Chamaedaphne calyculata</i> (L.) Moench	2,5	90	–	–	<1	20
Водяника чёрная <i>Empetrum nigrum</i> L.	6	70	–	–	–	–
Багульник болотный <i>Ledum palustre</i> L.	9	100	–	–	3	70
Голубика обыкновенная <i>V. uliginosum</i> L.	9	70	–	–	2	50
Клюква болотная <i>Oxycoccus palustris</i> Pers.	1	90	–	–	–	–

Окончание табл. 2

Вид	Неосушаемый		Осушаемый		Осушаемый с рубками ухода	
	ПП, %	В, %	ПП, %	В, %	ПП, %	В, %
Мохово-лишайниковый ярус						
Дикранум метловидный <i>Dicranum scoparium</i> Hedv.	–	–	19	80	26	100
Плеврозиум Шребера <i>Pleurozium Schreberi</i> (Brid.) Mitt.	–	–	12	90	40	100
Гилокомиум блестящий <i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Schimp.	–	–	3	20	1	20
Политрихум обыкновенный <i>Polytrichum commune</i> Hedv.	12	40	15	90	<1	10
Сфагнум sp. <i>Sphagnum</i>	89,5	100	1,5	10	7	20

Примечание: ПП – проективное покрытие, В – встречаемость.

В живом напочвенном покрове произошли изменения как в травяно-кустарничковом (ТКЯ), так и в мохово-лишайниковом ярусе (МЛЯ). Снизилась численность видов, изменился их эколого-ценотический состав (табл. 3). При длительном осушении сохранились в ТКЯ две группы растений – мезофиты и гигрофиты, полностью исчезли ксерофитные виды. Доля мезофитов увеличилась в 2 раза. Преобладающими видами становятся черника и брусника, которые в ценофлоре неосушенного насаждения практически не встречались. В мохово-лишайниковом ярусе сохраняется тенденции, присущие травяно-кустарничковому ярусу, экологические ниши захватывают виды-мезофиты, происходит почти полная замена сфагнового покрова на покров зеленых мхов (плеурозиума Шребери, дикранума метловидного, гилокомиума блестящего), доля которых составляет 34–67% на площадях без рубок ухода и с рубками ухода соответственно. Сезонное заболачивание в осенний и весенний периоды провоцирует сохранение в составе ценофлоры политрихума обыкновенного и синузий сфагнума. Обращает внимание наличие мертвопокровных парцелл, особенно в осушаемом сосняке, где рубки ухода не проводились. Их формированию способствует большая доля участия березы в составе насаждения (4 единицы), опавшая листва формирует плотный слой, мешающий поселению мхов и растений травяно-кустарничкового яруса.

Таблица 3

**Представленность растений различных экологических групп по отношению к увлажнению, %**

**The representation of plants of various ecological groups in relation to moisture, %**

Экологическая группа	Неосушаемая	Осушаемая	Осушаемая с рубками ухода
Травяно-кустарничковый ярус			
Мезофиты	45	80	67
Гигрофиты	33	20	33
Ксерофиты	22	–	–
Мохово-лишайниковый ярус			
Мезофиты	50	80	80
Гигрофиты	50	20	20
Ксерофиты	–	–	–

В то же время снижение доли березы в составе древесного полога привело к поселению достаточно крупных гигрофитных вегетивноподвижных видов, таких как кассандра, багульник, голутика.

Отмечается низкое сходство между осушаемым и неосушаемым насаждениями. Индекс Жаккара составляет 0,153–0,233, что указывает на низкую сходимость данных. Несколько выравнивают различия по биоразнообразию рубки ухода, проводимые на фоне осушения (индекс Жаккара повышается до 0,276), и показывают некоторое различие с осушаемым насаждением, где рубки ухода не проводились.

В результате, мы можем констатировать, что через 80 лет после осушения в насаждениях произошло изменение типа леса, обусловленное устойчивым поддержанием сниженного уровня грунтовых вод, соответствующего норме осушения. Тип леса кустарничково-сфагновый, отмеченный ранее и соответствующий контрольному насаждению, изменился на черничный (влажный). Поселение соответствующей ему свиты зеленых мхов, привело к образованию лесной подстилки, характерной для этого типа леса, и несомненно, отразилось на свойствах верхних горизонтов торфяной почвы.

В неосушаемом сосняке кустарничково-сфагновом поверхность торфа покрыта слаборазложившимся сфагновым очесом, способным набирать и удерживать влагу в значительных объемах (влажность составляет 930%), препятствуя поверхностному дыханию почвы. Физические свойства торфяной залежи неосушаемого сосняка соответствуют аналогам верховых болот региона [Тараканов, 2004; Пахучий, Пахучая, 2017].

В осушаемом сосняке черничном сформировалась типичная для этого леса подстилка средней степени разложения, состоящая из нескольких слоев. В осенний дождливый период влажность ее значительно ниже, чем в неосушаемом лесу и составила 259%. Такая подстилка в сухой период года обеспечивает аэрируемость верхних горизонтов и доступ кислорода для прохождения микробиологических процессов в толще торфа выше уровня грунтовых вод.

В результате длительного осушения сосняка кустарничково-сфагнового, сформированного на торфяной почве, верхние ее слои прошли трансформацию, изменили физические и агрохимические свойства (табл. 4). Именно водно-воздушный режим на торфяной залежи является регулятором микроклиматических характеристик, обеспечивающий процессы разложения в болотных экосистемах [Davis et al., 2019], а свойства торфяной залежи обеспечивают интенсивность стока и водоотдачи.

Степень разложенности торфяной залежи в верхней толще увеличилась в 2 раза: с 18–27% в неосушаемом сосняке до 41–45% в осушаемом. Усиление метаболических процессов привело, прежде всего к изменению физических свойств торфа, с которыми связан питательный режим почв. Возросла в 1,5–2 раза плотность сложения торфа, что привело к снижению общей пористости на 9%. Эти различия достоверны на 5%-м уровне значимости ( $t_{\text{факт}} = 2,82\text{--}21,45$ ).

Снижение пористости на торфяных почвах может быть благоприятно для баланса воды и воздуха в течение вегетационного периода. И прежде всего, отразилось на состоянии показателя скважность аэрации. В осенний период, когда проводились исследования, в неосушаемом сосняке в толще торфа до глубины 40 см практически все поры были заполнены водой, содержание кислорода в почве снижалось до критического для роста растений: в этом случае в почве может оставаться заземленный воздух. В то же время в осушаемом сосняке пористость аэрации составляла 6–13%, что вполне достаточно в осенне-зимний период для роста корней. Корни деревьев, как правило, хорошо функционируют при содержании кислорода в почве более 10% [Kozłowski, 1985] и прекращают рост, когда воздушное пространство уменьшается до 2% [Osman, 2013].

Таблица 4

**Физические и агрохимические свойства верхних горизонтов почвы  
в неосушаемом и осушаемом сосняках**

**Physical and agrochemical properties of the upper soil horizons  
in non-drained and drained pine forests**

Показатель	Толща 0 – 20 см	Толща 20 – 40 см
Неосушаемый сосняк кустарничково-сфагновый		
Влажность, %	1066,1 ± 32,16	802,7 ± 40,18
Степень разложения, %	18	27
Плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	0,09 ± 0,01	0,13 ± 0,01
Скважность общая, %	92,0 ± 0,47	87,3 ± 0,71
Скважность аэрации, %	2,19 ± 3,51	-
Влагоемкость, 2 ч/48 ч	117,7/119,6	121,8/125,4
Зольность, %	5,8 ± 0,25	2,9 ± 0,12
pH вод	3,3	3,0
pH <sub>сол</sub>	4,1	4,6
Осушаемый сосняк черничный (влажный)		
Влажность, %	389,9 ± 8,18*	462,4 ± 16,44*
Степень разложения, %	45	41
Плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	0,18 ± 0,01*	0,17 ± 0,01*
Скважность общая, %	83,1 ± 0,65*	84,0 ± 0,53*
Скважность аэрации, %	13,56 ± 3,07*	6,51 ± 1,41
Влагоемкость, 2 ч/48 ч	131,2/134,2	129,3/131,4
Зольность, %	4,6 ± 0,20	1,7 ± 0,07
pH вод	3,2	4,3
pH <sub>сол</sub>	3,2	5,9

*Примечание:* \* отмечены различия, достоверные на 5%-м уровне значимости (при  $t_{\text{табл}} = 2,306$ ).

Снижение общего количества пор в осушаемых торфах привело к повышению и влагоемкости (водонасыщению). Поступающая в торф вода от осадков/снеготаяния или диффузирующая с нижних влагоносных слоев быстрее и в большем количестве содержится в верхней толще почвы, не давая торфу пересыхать в летнее время и поддерживая водно-воздушный режим.

Несмотря на увеличение степени разложенности торфа и изменения метаболических процессов в осушаемом сосняке, различия в зольности торфа не существенны, и скорее связаны с окружающими участком эффектами аэрогенной минерализации (близость железной и автомобильной дорог, действующий песчаный карьер). В торфах Архангельской области на удаленных местообитаниях зольность торфа может достигать и 9% [Скрипниченко и др., 2020].

Длительное осушение привело к изменениям реакции среды (см табл. 4), однако эти изменения неоднозначны по слоям торфа. В верхней 20-сантиметровой толще кислотность повысилась (рН 3,2) в сравнении с неосушенной пробой (рН 4,1), тогда как в толще 20–40 см при осушении наблюдается понижение кислотности (рН 5,9). Подобные трансформации могут быть связаны с изменением пула растительности и поступающего опада, а также с формированием водно-воздушного режима, обеспечивающего доступ кислорода в почву.

*Выводы.* Таким образом, экосистема сосняка кустарничково-сфагнового претерпела существенные изменения, касающиеся нижних ярусов биогеоценоза в сторону их выхода из сфагновой группы типов леса. За 80 лет после осушения, проведенного качественно ручным способом, произошло повышение продуктивности древесного яруса и становление черничного типа леса. Изменение свойств верховой торфяной почвы приближает ее к свойствам почв автоморфного ряда, обеспечивающих хороший рост как древесной, так и травяно-кустарничковой растительности. При этом меняется водно-воздушный режим и водопоглощение, миграционные низходящий и восходящий потоки влаги. Рубки ухода не оказали существенного влияния на изменения в естественном возобновлении, живом напочвенном покрове и торфяной залежи, но увеличили таксационные показатели древостоя.

*Сведения о финансировании исследования.* Статья подготовлена по результатам научно-исследовательских работ, 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 темы 122020300230-5).

*Благодарности.* Авторы благодарят сотрудников ФБУ СевНИИЛХ и студентов САФУ (4 курс «Лесное дело»), принимавших участие в полевых работах.

*Конфликт интересов.* Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### **Библиографический список**

*Бабииков Б.В., Пахучий В.В.* Гидротехнические мелиорации (осушение лесных земель): учебное пособие. Сыктывкар: СЛИ, 2014. 160 с.

*Мисников О.С., Пухова О.В., Черткова Е.Ю.* Физико-химические основы торфяного производства: учеб. пособие. Тверь: Тверской государственный технический университет, 2015. 168 с.

*Наквасина Е.Н.* Агрохимические свойства почв: учеб. пособие. Архангельск, 2009. 101 с.

*Орлов А.Я., Кошельков С.П.* Почвенная экология сосны. М.: Наука, 1971. 323 с.

Оценка пригодности субстрата для выращивания посадочного материала с закрытыми корнями: методические указания / сост. Белостоцкий Н.Н., Бирицева А.А., Жигунов А.В. Л.: ЛенНИИЛХ, 1984. 29 с.

*Пахучая Л.М.* Комплексная оценка влияния осушения на лесные биогеоценозы на Тимане // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2017. № 49. С. 38–42.

*Пахучий В.В., Пахучая Л.М.* Лесоводство на заболоченных землях. СПб.: СПбГЛТУ, 2017. 232 с.

*Пономарева Т.И.* Влияние лесосушения на лесорастительные условия сосняков кустарничково-сфагновых северотаежного района Архангельской области: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук по специальности 06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесостроительство и лесная таксация. Архангельск, САФУ, 2022 г. 20 с.

*Пономарева Т.И., Штанг А.К., Ярыгина О.Н., Селянина С.Б.* Трансформация микроклимата и гидрологических условий осушаемых сосняков кустарничково-сфагновых северотаежной подзоны Архангельской области // Успехи современного естествознания. 2021. 12(1). С. 56–63.

*Скрипниченко В.А., Селянина С.Б., Татаринцева В.Г., Пономарева Т.И., Дайбова Е.Б., Кириллова М.Е.* Торф как источник для производства удобрений (на примере месторождения Овечьё) // Проблемы освоения нефтегазовых месторождений приарктических территорий России: матер. Всерос. науч.-практич. конференции (17–18 декабря 2020 г.) / отв. ред. профессор М.Г. Губайдуллин и доцент О.В. Крайнева; Сев. (Арктич.) федер. ун-т. Архангельск: САФУ, 2020. Вып. 3. С. 117–121.

*Соколов Н.Н., Бахтин А.А.* Гидротехнические мелиорации. Происхождение, характеристика и классификация болот и избыточно увлажненных лесов: учеб. пособие. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2006. 100 с.

*Тараканов А.М.* Рост осушаемых лесов и ведение хозяйства в них. Архангельск: СевНИИЛХ, 2004. 228 с.

*Тараканов А.М.* Характеристика гидроресомелиоративного фонда и природные особенности заболоченных лесов Европейского Севера России // Arctic Environmental Research. 2005. № 2. С. 56–63.

Тараканов А.М., Симаков А.А., Капистка В.В., Дворяшин А.В. Особенности ведения лесного хозяйства на осушаемых землях : сб. науч. трудов ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства». Архангельск, 2019. С. 9–18.

Юрковская Т.К. Взаимоотношения таежных лесов и болот в пространстве и времени // Известия Самарского НЦ РАН. 2012. № 1–5. С. 1–4.

Davis K.T., Dobrowski S.Z., Holden Z.A., Higuera P.E., Abatzoglou J.T. Microclimatic buffering in forests of the future: the role of the local water balance // *Ecography*. 2019. No. 42. P. 1–11. (In Engl.)

Kozłowski T.T. Soil aeration, flooding and tree growth // *J. of Arboric.* 1985. No. 11. P. 85–96. (In Engl.)

Osman K.T. *Forest Soils: Properties and Management*. Springer International Publishing Switzerland, Switzerland, 2013. P. 217. (In Engl.)

### References

Assessment of the suitability of the substrate for growing planting material with closed roots: Guidelines / comp. N.N. Belostotsky, A.A. Birtseva, A.V. Zhigunov. L.: LenNIILH, 1984. 29 p. (In Russ.)

Babikov B.V., Pakhuchy V.V. *Hydrotechnical land reclamation (drainage of forest lands): textbook*. Syktyvkar: SLI, 2014. 160 p. (In Russ.)

Davis K.T., Dobrowski S.Z., Holden Z.A., Higuera P.E., Abatzoglou J.T. Microclimatic buffering in forests of the future: the role of the local water balance. *Ecography*, 2019, no. 42. pp. 1–11.

Kozłowski T.T. Soil aeration, flooding and tree growth. *Journal of Arboric*, 1985, no. 11, pp. 85–96.

Misnikov O.S., Pukhova O.V., Chertkova E.Yu. *Physico-chemical bases of peat production: textbook*. Tver: Tver State Technical University, 2015. 168 p. (In Russ.)

Nakvasina E.N. *Agrochemical properties of soils: textbook*. Arkhangelsk. 2009. 101 p. (In Russ.)

Orlov A.Ya., Purses S.P. *Soil ecology of pine*, M.: Nauka, 1971. 323 p. (In Russ.)

Osman K.T. *Forest Soils: Properties and Management*. Springer International Publishing Switzerland, Switzerland, 2013, p. 217.

Pakhuchaya L.M. A comprehensive assessment of the effect of drainage on forest biogeocenoses on Timan. *Actual problems of the forest complex*, 2017, no. 49, pp. 38–42. (In Russ.)

Pakhuchy V.V., Pakhuchaya L.M. *Forestry on wetlands*. St. Petersburg: SPbGLTU, 2017. 232 p. (In Russ.)

Ponomareva T.I. The influence of deforestation on the forest-growing conditions of shrub-sphagnum pine forests of the North Taiga district of the Arkhangelsk region: avtoref. diss. ... candidate of Agricultural Sciences, specialty

06.03.02 – Forestry, forestry, forest management and forest taxation. Arkhangelsk, SAFU, 2022. 20 p. (In Russ.)

*Ponomareva T.I., Shtang A.K., Yarygina O.N., Selyanina S.B.* Transformation of microclimate and hydrological conditions of drained shrub-sphagnum pine forests of the North Taiga subzone of the Arkhangelsk region. *Successes of modern natural science*, 2021, no. 12(1), pp. 56–63. (In Russ.)

*Skripnichenko V.A., Selyanina S.B., Tatarintseva V.G., Ponomareva T.I., Daibova E.B., Kirillova M.E.* Peat as a source for fertilizer production (on the example of the Ovechye deposit). *Problems of oil and gas fields development in the Arctic territories of Russia: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference (December 17–18, 2020)* / ed. Professor M.G. Gubaidullin and Associate Professor O.V. Kraineva; Northern (Arctic) feder. un-t. Arkhangelsk: SAFU, 2020, iss. 3, pp. 117–121. (In Russ.)

*Sokolov N.N., Bakhtin A.A.* Hydraulic reclamation. Origin, characteristics and classification of swamps and excessively moist forests: textbook. Arkhangelsk: Publishing house of AGTU, 2006. 100 p. (In Russ.)

*Tarakanov A.M.* Characteristics of the hydroforestry fund and natural features of swampy forests of the European North of Russia. *Arctic Environmental Research*, 2005, no. 2, pp. 56–63. (In Russ.)

*Tarakanov A.M.* The growth of drained forests and farming in them. Arkhangelsk: Sevniilkh, 2004. 228 p. (In Russ.)

*Tarakanov A.M., Simakov A.A., Kapistka V.V., Dvoryashin A.V.* Features of forestry management on drained lands. Collection of scientific papers of the Northern Research Institute of Forestry. Arkhangelsk, 2019, pp. 9–18. (In Russ.)

*Yurkovskaya T.K.* The relationship of taiga forests and swamps in space and time. *Izvestiya Samarского NC RAS*, 2012, no. 1–5, pp. 1–4. (In Russ.)

*Материал поступил в редакцию 11.11.2023*

---

**Наквасина Е.Н., Цветков И.В., Давыдов А.В., Корсакова А.О.** Трансформация сосняка кустарничково-сфагнового при длительном осушении в северном лесном районе // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. Вып. 250. С. 98–115. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.250.98-115

В развитии лесоболотных комплексов после осушения происходят экосистемные изменения всех ярусов биогеоценоза, что требует их комплексного изучения. Нами изучено влияние длительного (более 80 лет) осушения, проведенного в сосняке кустарничково-сфагновом в северном лесном районе (Архангельская область), на древостой и состояние нижних ярусов биогеоценоза: естественное возобновление, живой напочвенный покров и свойства торфяной почвы. Осушительная мелиорация проведена в 1940 г. ручным способом, на части площади проведены рубки ухода (1976 г.) – прочистки с целью регулирования

густоты насаждения и улучшения условий роста деревьев главной породы. Объект является стационарным с 1990 г. (Северный НИИЛХ), заложено 3 пробные площади – осушаемый сосняк, осушаемый сосняк с рубками ухода и неосушаемое контрольное насаждение. Изучение древостоя, естественного возобновления, живого напочвенного покрова и почв проводили по общепринятым методикам. На осушаемой площади почвенно–грунтовые условия положительно повлияли на общую продуктивность лесных насаждений: древостой характеризуется высокой продуктивностью, класс бонитета II, тогда как на неосушаемой пробной площади – Va. Значительные различия и по запасу древесины стволов (246 и 63 м<sup>3</sup>/га, соответственно). Рубки ухода на фоне осушительной мелиорации незначительно способствовали повышению продуктивности древостоя, прежде всего за счет перераспределения по породам. Естественное возобновление в осушаемых сосново-березовых насаждениях слабое, представлено березой (200 шт./га), появившейся после рубок ухода. В живом напочвенном покрове в результате осушения снизилась численность видов, изменился их эколого-ценотический состав: полностью исчезли ксерофитные виды, доля мезофитов увеличилась в 2 раза. Сходство между неосушаемым и осушаемым насаждениями низкое, индекс Жаккара составляет 0,153–0,233. Рубки ухода, проводимые на фоне осушения, несколько выравнивают уровень биоразнообразия и повышают его, по сравнению с осушенным насаждением. Тип леса кустарничково-сфагновый, отмеченный ранее и соответствующий контрольному насаждению, изменился на черничный (влажный), в котором сформировалась типичная для автотрофного увлажнения лесная подстилка. В торфяной залежи (верхние слои): в два раза увеличилась степень разложения и плотность сложения торфа, снизилась общая скважность, но возросла скважность аэрации. При этом зольность и кислотность торфа изменились незначительно. Экосистема сосняка кустарничково-сфагнового при проведении длительной осушительной мелиорации претерпела существенные изменения, касающиеся нижних ярусов биогеоценоза в сторону их выхода из сфагновой группы типов леса, что обуславливает и повышение продуктивности насаждения.

**Ключевые слова:** сосняк кустарничково-сфагновый, осушение, естественное возобновление, живой напочвенный покров, почва, свойства.

**Nakvasina E.N., Tsvetkov I.V., Davydov A.V., Korsakova A.O.** Transformation of shrub-sphagnum pine under prolonged drainage in the northern forest area. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoy Akademii*, 2024, iss. 250, pp. 98–115 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2024.250.98-115

In the development of forest-swamp complexes after drainage, ecosystem changes occur in all tiers of biogeocenosis, which requires their comprehensive study. We have studied the effect of a long (more than 80 years) drainage carried out in the shrub-sphagnum pine forest in the northern forest district (Arkhangelsk region), on the

stand and the state of the lower tiers of biogeocenosis: natural renewal, living ground cover and properties of peat soil. Drainage reclamation was carried out in 1940 by hand, care felling (1976) was carried out on part of the area – clearing in order to regulate the density of planting and improve the growth conditions of trees of the main breed. The facility has been stationary since 1990. (Northern NIILH), in which 3 trial areas are laid – drained pine forest, drained pine forest with care cabins and non-drained control plantation. The study of the stand, natural renewal, living ground cover and soils was carried out according to generally accepted methods. On the drained area, soil and soil conditions positively affected the overall productivity of forest stands: the stand is characterized by high productivity, bonus class II, whereas on the non–drained trial area – Va. There are also significant differences in the stock of trunk wood (246 and 63 m<sup>3</sup>/ha, respectively). Felling of care against the background of drainage reclamation slightly contributed to an increase in the productivity of the stand, primarily due to redistribution by species. Natural renewal in drained pine-birch plantations is weak, represented by birch (200 pcs./ha), which appeared after logging. In the living ground cover, as a result of drainage, the number of species decreased, their ecological and cenotic composition changed: xerophytic species completely disappeared, the proportion of mesophytes increased by 2 times. The similarity between non-drained and drained plantings is low, the Jacquard index is 0.153–0.233. Logging of care carried out against the background of drainage somewhat equalize the level of biodiversity and increase it, compared with the drained plantation. The type of shrub-sphagnum forest noted earlier and corresponding to the control planting has changed to blueberry (moist), in which a typical autotrophic moistening forest litter has formed. In peat deposits (upper layers): the degree of decomposition and the density of peat addition doubled, the total borehole decreased, but the borehole aeration increased. At the same time, the ash content and acidity of peat have changed slightly. The ecosystem of shrub-sphagnum pine during long-term drainage reclamation has undergone significant changes concerning the lower tiers of biogeocenosis towards their exit from the sphagnum group of forest types, which also causes an increase in the productivity of planting.

**Key words:** shrub-sphagnum pine, drainage, tree stand, natural renewal, living ground cover, soil, properties.

---

**НАКВАСИНА Елена Николаевна** – профессор Северного (Арктического) Федерального университета имени М.В. Ломоносова; ведущий научный сотрудник Северного НИИ лесного хозяйства, доктор сельскохозяйственных наук. WoS ResercherID: A-5165-2013. ORCID: 0000-0002-7360-3975, ScopusID: 35389250000, SPIN-код: 6797-9434 AuthorID: 132027.

163002, наб. С. Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия. E-mail: nakvasina@yandex.ru

**NAKVASINA Elena N.** – DSc (Agriculture), Professor, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov; leading researcher, Northern Research Institute of Forestry. WoS ResercherID: A-5165-2013. ORCID: 0000-0002-7360-3975, ScopusID: 35389250000, SPIN- code: 6797-9434 AuthorID: 132027.  
163002, Dvina emb. 17, Arkhangelsk, Russia. E-mail: nakvasina@yandex.ru

**ЦВЕТКОВ Илья Васильевич** – доцент Северного (Арктического) Федерального университета имени М.В. Ломоносова; старший научный сотрудник Северного НИИ лесного хозяйства, кандидат сельскохозяйственных наук. ORCID: 0000-0002-1559-3254.  
163002, наб. С. Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия. E-mail: i.tsvetkov@narfu.ru

**TSVETKOV Илья V.** – PhD (Agriculture), Associate Professor, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov; senior researcher, Northern Research Institute of Forestry. ORCID: 0000-0002-1559-3254.  
163002, Dvina emb. 17, Arkhangelsk, Russia. E-mail: i.tsvetkov@narfu.ru

**ДАВЫДОВ Александр Владимирович** – лаборант-исследователь Северного НИИ лесного хозяйства; аспирант Северного (Арктического) Федерального университета имени М.В. Ломоносова. ORCID: 0000-0003-4328-7040.  
163002, наб. С. Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия. E-mail: davydov.a@edu.narfu.ru

**DAVYDOV Alexsandr V.** – laboratory assistant-researcher, Northern Research Institute of Forestry; graduate student, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov. ORCID: 0000-0003-4328-7040.  
163002, Dvina emb. 17, Arkhangelsk, Russia. E-mail: davydov.a@edu.narfu.ru

**КОРСАКОВА Анастасия Олеговна** – магистрант Северного (Арктического) Федерального университета имени М.В. Ломоносова.  
163002, наб. С. Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия.

**KORSAKOVA Anastasia O.** – PhD student, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov.  
163002, Dvina emb. 17, Arkhangelsk, Russia.