

УДК 630*385.1+630*221.04+630*231.332:630*182(470.22)

ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ И ПРОДУКТИВНОСТИ СОСНЯКА ТРАВЯНО-СФАГНОВОГО В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСУШЕНИЯ И КОМПЛЕКСНОГО УХОДА

В. А. Матюшкин, С. А. Мошников

Институт леса КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», Петрозаводск, Россия

Приводятся данные длительных (на протяжении 30 лет) наблюдений за изменениями экологических условий и видового состава всех ярусов (древостоя, подрост, подлесок, кустарничково-травяного, мохового) осушаемого сосняка травяно-сфагнового после проведения комплексного ухода (вырубка березы + внесение минеральных удобрений). В результате улучшения светового и питательного режима из кустарничково-травяного яруса практически полностью исчезли представители олиготрофных и большинство видов мезотрофных и эвтрофных болот, появились мезотрофные лесные виды, ранее здесь не встречавшиеся. Развитие мощного травяного покрова оказало большое влияние на распределение питательных веществ. Опад травянистых растений, быстро и полностью разлагаясь, способствовал активизации микробиологических процессов, а вторичное использование внесенных элементов питания в процессе биологического круговорота обеспечило повышение продуктивности насаждения в течение длительного периода времени. В моховом ярусе исчезли растения – эдификаторы олиготрофных болот, увеличилась представленность лесных, поселились новые виды (*Polytrichum commune*, *Rhytidadelphus triquetrus*). Стабилизация видового состава напочвенного покрова произошла через 8–10 лет после закладки опыта. Улучшение водно-воздушного режима и условий питания способствовало появлению большого количества всходов ели и их хорошему росту. При этом развитие мощного напочвенного покрова, подрост и подрост березы оказало отрицательное влияние на появление всходов сосны, их дальнейший рост и развитие. В настоящее время эта порода полностью отсутствует в подросте, сокращается количество стволов и участие в составе основного яруса древостоя. Пропорционально возрастает в составе доля ели и березы. Особенно заметно в последние годы усиление в древостое позиций ели. В целом проведение комплексного ухода привело к трансформации травяно-кустарничкового, мохового ярусов, заметным изменениям в составе и условиях развития подрост древесных пород и способствовало формированию высокопродуктивного хозяйственно-ценного насаждения.

К л ю ч е в ы е с л о в а: торфяная почва; сосняк; осушение; рубка; удобрения; видовой состав; древостой; подрост; подлесок; напочвенный покров.

V. A. Matyushkin, S. A. Moshnikov. CHANGES IN THE STRUCTURE AND PRODUCTIVITY OF A HERB-SPHAGNUM PINE STAND UPON DRAINAGE AND A COMBINATION OF TREATMENTS

Data from long-term (30 yrs) monitoring of changes in the ecological conditions and species composition of all vegetation layers (tree stand, young growth, undergrowth, dwarf

shrub-herb layer, moss layer) of a drained herb-sphagnum pine stand after a combination of treatments (removal of birch + mineral fertilization) are reported. Owing to improved light and nutrient supply, representatives of oligotrophic bogs and a majority of plants associated with mesotrophic and eutrophic mires almost disappeared from the dwarf shrub-herb layer, while the previously absent mesotrophic forest-dwelling species arrived. The progressively thick herb layer has substantially influenced the distribution of nutrients. The rapidly and fully decomposing herbaceous dieback promoted the activity of microbiological processes, and biological recycling of nutrients from fertilizers provided for a long-lasting increase in the stand productivity. The moss layer lost the edifier species of oligotrophic bogs at the same time with increased representation of the forest flora and arrival of new species (*Polytrichum commune*, *Rhytidadelphus triquetrus*). Overall, the species composition of the ground cover settled down 8–10 years after the experiment had begun. Improved moisture and air conditions and nutrition have led to plentiful and rapid growth of spruce saplings. At the same time, the development of a dense ground cover, undergrowth and young birch growth has negatively affected the emergence of pine saplings, their further growth and development. There is no young growth of this species in the site now, and the number of pine trees and its contribution to the main stand are declining. The shares of spruce and birch in the stand are growing proportionately. An especially pronounced increase lately has been in the role of spruce in the stand. Generally speaking, the combination of treatments has transformed the herb-dwarf shrub and moss layers, and notably altered the growth conditions for and composition of young woody growth, facilitating the formation of a highly productive and commercially valuable stand.

Key words: peat soil; pine stand; drainage; cutting; fertilizers; species composition; forest stand; young growth; understory; ground cover.

Введение

Исследования в нашей стране и за рубежом показали, что осушение вызывает значительные изменения температурного и водного режимов в поверхностном слое торфяных почв. Данные по этим вопросам довольно обширны и касаются различных почвенно-климатических регионов, в том числе и Карелии [Медведева, 1971, 1989; Пятецкий, 1976; Чесноков, 1977; Медведева, Матюшкин, 1982 и др.].

Имеются многочисленные данные о том, что в лесных сообществах, произрастающих на торфяных почвах, после осушения происходят значительные изменения обменных процессов и продуктивности, состава и строения древостоя и напочвенного покрова [Буш, 1968; Буш, Аболинь, 1968; Медведева, Матюшкин, 1984, 1986; Вомперский, 1986; Нешатаев, 1986; Медведева, 1989; Грабовик, 1991 и др.]. Сукцессии, происходящие при осушении болот и заболоченных лесов, называются сукцессиями осушения, или постмелиоративными, их основные закономерности охарактеризованы К. К. Бушем и А. А. Аболинь [1968]. Они выделили три стадии сукцессии осушения: начальная стадия медленного изменения сообществ, стадия коренной перестройки и стадия относительной стабильности. В сосняках травяно-сфагновых, один из которых и является объектом нашего изучения, начальная стадия

сукцессии, по данным В. Ю. Нешатаева [1986], длится 20–30 лет. За этот период в древесном ярусе происходит увеличение сомкнутости крон, средней высоты и относительной полноты, а в напочвенном покрове – обилия мезофильных видов: черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea*), в моховом ярусе – плеврозия (*Pleurozium schreberi*), одновременно происходит внедрение ряда мезофитов, отсутствующих в неосушенных сообществах. Обилие гигрофитов при этом сокращается, понижается их жизненность, происходит частичное отмирание сфагновых мхов. Отдельные сведения о сукцессиях напочвенного покрова после проведения гидролесомелиорации имеются в работах Т. К. Юрковской [1963], Т. К. Капустинской [1978], Л. С. Балашова с соавторами [1982], В. А. Матюшкина и О. Л. Кузнецова [1989], С. И. Грабовик [1991, 2005], а также [Федорчук и др., 2005; Ананьев, Грабовик, 2009; Кузнецов, Грабовик, 2010].

Известно, что осушение является лишь первым этапом рационального хозяйственного использования заболоченных лесов. В Карелии около 60 % осушаемой покрытой лесом площади занято насаждениями с преобладанием в составе сосны, однако большая их часть нуждается в улучшении лесоводственного состояния. Причиной тому – высокий возраст главной породы и значительное участие в составе

древостоев лиственных пород. В результате получение на этих участках лесоводственного эффекта, соответствующего потенциальному плодородию почв, без проведения дополнительных мероприятий зачастую оказывается под вопросом.

Несмотря на имеющиеся публикации, процессы формирования насаждений, изменения видового состава растительности, экологических условий под влиянием лесохозяйственных мероприятий изучены недостаточно. Многие исследования проведены в отличных по географическим и климатическим условиям регионам. Большая часть материалов получена на объектах с меньшей давностью осушения, путем разовых учетов, хотя очевидно, что ход происходящих в биогеоценозе преобразований с увеличением давности проведения мероприятий существенно изменяется. В конечном итоге все это затрудняет практическое использование результатов исследований в Карелии. А эффективное ведение хозяйства в насаждениях на осушаемых торфяных почвах невозможно без сбора, накопления и тщательного анализа данных об изменениях экологических условий, динамике видового состава, особенностях развития растительности (как отдельных видов, так и типов растительных сообществ) в течение длительного времени.

Цель настоящего исследования – изучить влияние комплексного ухода (вырубка березы и внесение минеральных удобрений) на изменение экологических факторов и видового состава растительности осушаемого сосняка травяно-сфагнового.

Материалы и методы

Исследования проводились на лесоболотном научном стационаре КарНЦ РАН «Киндасово», который находится в 60 км от г. Петрозаводска (61°48' с. ш., 33°35' в. д.).

Опыт заложен в 1984 году с целью изучения влияния комплекса лесохозяйственных мероприятий на изменение видового состава растительности и продуктивность сосново-лиственных насаждений на осушаемых торфяных почвах. Для проведения исследований был выбран сосняк травяно-сфагновый, произрастающий на торфяной низинной обедненной почве, подстилаемой глиной, осушенный в 1972 году. Расстояние между каналами 72 метра, мощность торфа 1,2 метра. Осенью 1984 года при проведении рубок была выбрана вся береза и частично сосна в возрасте 150–200 лет, что составило 50 % по числу стволов и 42 % по запасу. Удобрения внесены 4 июня 1985 года

в дозе $N_{75}P_{125}K_{75}$ по действующему веществу. В качестве азотного удобрения использован карбамид, фосфорного – двойной суперфосфат, калийного – хлористый калий. В настоящей работе рассматриваются два варианта опыта: а) контроль – не пройденный рубкой и не удобренный древостой; б) комплексный уход – изреженный древостой с внесением минеральных удобрений. Варианты опыта расположены на одной межканальной полосе в пределах выдела и исходно имели близкую таксационную характеристику (табл. 1).

Названия сосудистых растений даны по А. В. Кравченко [2007], мхов – по: [Ignatov et al., 2006].

Работы по выявлению динамики основных таксационных показателей выполнялись по общепринятой методике с учетом специфики роста и условий местопроизрастания осушаемых древостоев [Рубцов, Книзе, 1974; Рубцов и др., 1975]. Исследования по выявлению роли и влияния деревьев разного возраста и подроста на процессы формирования насаждений проводились путем сплошных переучетов древостоев с выделением поколений, по вариантам опыта. Учет подроста и подлеска выполнялся на лентах шириной 4 метра на 10 % пробной площади, по породам с разбивкой на категории высот.

Наблюдения за динамикой напочвенного покрова велись на постоянных площадках 1 м², заложенных параллельными рядами по 5 штук на удалении 10 и 20 метров от осушителей и посередине межканальной полосы. Определение фитомассы напочвенного покрова производилось методом укусов на площадках 0,25 м², заложенных методом случайной выборки, согласно методике [Поздняков и др., 1969]. Количество площадок составляло 25–30 штук на пробной площади.

Измерения уровня почвенно-грунтовых вод (УПГВ) выполнялись по створам скважин, заложенных на расстоянии 5, 10, 20 и 36 метров от осушителей. Наблюдения за температурой почвы в слое 5–20 см проводились по Савиновским, а на поверхности почвы – по максимальным, минимальным и срочным термометрам, установленным посередине межканальной полосы. Наблюдения велись на протяжении 6 лет, два раза в неделю в течение вегетационного периода (с мая по октябрь).

Результаты и обсуждение

Интенсивное изреживание насаждения в ходе рубки оказало заметное влияние на уровень почвенно-грунтовых вод и температурный

Таблица 1. Изменение таксационной характеристики осушаемого сосняка травяно-сфагнового

Table 1. Changes in quality characteristics of the drained herb-sphagnum pine stand

Вариант Options	Год Year	Состав насаждения по породам* Species composition*	Возраст, лет Age, years	Средние Average		Густота Stocking rate шт./га pcs/ha	Полнота Density		Запас, м³/га Stock, м³/га	Текущий класс бонитета Current quality class
				Н, м H, m	Д _{1,3} , см D _{1,3} , cm		Абс. м²/га Abs. m²/ha	Отн. Rel.		
Осушение Drainage	1985	61С38Б1Е	95	12,2	12,8	1518	17,4	0,7	100,9	V,0
	1990	55С44Б1Е	100	12,7	14,3	1826	24,5	1,1	125,3	IV,0
	2000	50С49Б1Е	110	13,8	16,2	1518	27,7	1,2	172,8	III,2
	2005	51С48Б1Е	115	14,9	17,2	1522	31,1	1,3	194,2	III,0
	2013	54С44Б2Е	125	15,6	17,9	1643	34,4	1,3	214,9	II,8
Комплексный уход Combination of treatments	1985	<u>63С37Б</u> ** 10С	<u>100</u> 95	12,0 12,8	13,6 15,3	<u>1639</u> 830	18,1 10,4	<u>0,8</u> 0,4	<u>103,4</u> 58,6	V,0
	1990	98С1Б1Е	100	14,1	18,3	902	16,0	0,5	83,6	III,0
	2000	96С3Е1. Б	110	14,4	19,3	1083	23,0	0,8	136,4	II,5
	2005	92С6Е2Б	115	15,7	21,3	1228	25,6	0,9	165,3	I,8
	2013	89С13Е8Б	125	17,5	21,3	1706	35,6	1,1	224,4	I,5

Примечание. * % от общего запаса; ** в числителе – до рубки; в знаменателе – после рубки. Породы: С – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), Е – ель европейская (*Picea abies*), Б – береза пушистая (*Betula pubescens*).

Note. * % from the whole stock volume; ** the data before the felling is given in the numerator; after felling – in the denominator. Species: С – the Scots pine (*Pinus sylvestris*), Е – the common spruce (*Picea abies*), Б – the white birch (*Betula pubescens*).

Таблица 2. Среднемесячный уровень почвенно-грунтовых вод в осушаемом сосняке травяно-сфагновом по вариантам опыта, см

Table 2. Average monthly level of the ground water in the drained herb-sphagnum pine stand in different treatments, cm

Вариант Option	Год Year	Месяцы Months						Среднелетний уровень Average summer level
		25.05	V	VI	VII	VIII	IX	
Осушение Drainage	1985	14,0	11,2	35,7	59,2	72,9	67,2	51,9
	1986	12,0	11,9	38,2	52,7	64,7	56,6	41,9
	1987	14,0	9,7	19,0	26,5	49,2	46,2	33,3
	1988	13,0	10,0	22,1	46,9	46,2	18,9	29,5
	1989	27,0	19,4	44,1	64,8	72,2	62,2	48,3
	1990	15,0	12,0	17,5	38,8	29,5	26,5	27,3
Комплексный уход Combination of treatments	1985	18,0	16,0	27,7	37,5	56,7	53,6	36,4
	1986	19,0	16,8	33,8	54,7	55,4	28,3	38,7
	1987	17,0	16,7	15,9	36,0	25,2	16,1	27,1
	1988	19,0	12,3	31,7	47,9	23,0	20,8	30,8
	1989	47,0	38,7	57,9	75,2	83,8	72,7	60,0
	1990	16,0	21,2	29,2	50,3	39,2	39,0	38,7

режим торфяной почвы. Различия в УПГВ между вариантами были особенно заметны первые три года, в центре межканальной полосы они составляли 3–8 см, а в 10 метрах от осушителя эти различия были еще существеннее (табл. 2).

Повышение уровня ПГВ в варианте рубки объясняется уменьшением физического испарения и транспирации, связанным с выборкой березы. Известно, что интенсивность транспирации в течение всего вегетационного периода

у березы пушистой выше, чем у сосны обыкновенной, а увеличение доли березы в насаждении на 1 % приводит к увеличению уровня эвапотранспирации на 1 мм [Залитис, 1983]. В последующие два года разница по вариантам нивелируется, так как развитие обильного подлеска и мощного напочвенного покрова значительно увеличивает расход воды на транспирацию. Через пять лет после проведения мероприятий уровень почвенно-грунтовых вод опустился ниже на 3–5 см по сравнению с кон-

Таблица 3. Среднемесячная температура почвы в осушаемом сосняке травяно-сфагновом по вариантам опыта

Table 3. Average monthly soil temperatures in the drained herb-sphagnum pine stand in different treatments

Месяцы Months	Глубина, см Depth, cm							
	5		10		15		20	
	Вариант Options							
	Осуше- ние Drainage	Комплексный уход Combination of treatments						
1985 год								
V	6,4	6,5	4,8	4,9	4,5	4,9	3,8	4,0
VI	10,9	10,0	9,5	10,0	8,9	8,3	8,0	7,8
VII	12,3	12,5	11,2	12,4	10,9	11,0	10,3	10,6
VIII	13,9	14,2	13,3	13,9	12,9	13,9	12,3	12,8
IX	8,7	8,3	9,6	9,3	9,7	9,6	9,5	10,4
Среднее Average	11,0	11,9	10,3	11,7	10,1	11,0	9,4	10,9
1989 год								
V	6,8	6,2	6,6	6,3	6,9	5,9	6,2	5,9
VI	12,0	12,0	11,7	11,7	11,3	11,0	10,7	10,7
VII	13,6	13,6	13,4	13,5	13,2	13,2	13,0	13,0
VIII	12,6	12,4	12,4	12,7	12,5	12,5	12,0	12,5
IX	9,4	9,0	9,2	9,4	9,1	9,4	9,3	9,5
Среднее Average	10,4	10,1	10,1	10,1	9,8	9,8	9,7	9,7

тролем. Таким образом, активное формирование в первые после рубки и внесения удобрений годы живого напочвенного покрова, а затем подлеска и подроста древесных пород уже в течение первых пяти лет вызвало ярко выраженный эффект «биологического осушения», перекрывающего по эффективности древостой на контрольном участке.

Анализ среднемесячных данных по температуре верхнего 20-сантиметрового слоя торфа показал, что в течение двух лет после комплексного ухода почва прогревалась сильнее на 0,5–0,9°, чем на контрольном участке (табл. 3).

Наибольшая разница в прогревании почвы наблюдалась в мае-июне. Верхний слой (0–10 см) лучше прогревался в июле-августе. При этом амплитуда колебаний температуры почвы на одной и той же глубине в течение летних месяцев и по годам сравнительно небольшая. Более резко изменялась температура воздуха у поверхности почвы, где даже в течение июля-августа перепады в срочной температуре могли достигать 10–15°. Наибольшие абсолютные значения максимальной и минимальной температур наблюдались в изреженном насаждении. В течение первых двух

лет в варианте комплексного ухода заморозков с температурой 0° и ниже на поверхности почвы за май–сентябрь отмечено в полтора раза больше, а минимальные значения – на 2,5–4,0° ниже, чем в контроле. В последующие два года различия в температурном режиме между вариантами выравниваются.

Более ранними исследованиями [Медведева, Матюшкин, 1982] было установлено, что при проведении интенсивного изреживания без внесения минеральных удобрений в сосново-березовых насаждениях на торфяных почвах различия в водном и температурном режимах прослеживаются в течение восьми лет. Таким образом, активное развитие травянистой растительности в результате применения удобрений способствует более быстрому сглаживанию температурного режима, создавая тем самым благоприятные условия для роста древесных растений.

Живой напочвенный покров является одной из важных составляющих фитоценоза. Кустарничково-травяному и моховому ярусам лесных биогеоценозов присуще быстрое и чуткое реагирование на различного рода изменения экологических факторов, в том числе антропогенных, таких как осушение, рубки и внесе-

ние минеральных удобрений. Видовой состав напочвенного покрова очень динамичен, и его состояние зависит от вида мероприятия и давности проведения. В дальнейшем это оказывает большое влияние на появление и развитие подлеска, подроста и в конечном итоге на породный состав, сомкнутость верхнего полога и продуктивность древостоя.

К моменту закладки опыта под влиянием осушения (давностью 12 лет) в напочвенном покрове произошли существенные изменения [Матюшкин, Кузнецов, 1989]. Из состава кустарничково-травяного яруса почти исчезли представители олиготрофных болот, большинство гигрофильных и гидрофильных видов мезотрофных и эвтрофных болот, а сохранившиеся имели признаки ослабления. Изменение водно-воздушного и питательного режимов создало условия для поселения здесь мезотрофных видов кустарничков и трав, не встречавшихся до осушения, таких как брусника обыкновенная, черника обыкновенная, вероника дубравная *Veronica chamaedrys*, майник двулистный *Majanthemum bifolium*, золотарник обыкновенный *Solidago virgaurea*. Значительно увеличилось обилие княженики *Rubus arcticus*. Наибольшие изменения произошли в моховом покрове – сократилось присутствие мхов олиготрофных болот (*Sphagnum angustifolium*, *S. magellanicum*), увеличилась представленность лесных мхов, появились новые виды (*Polytrichum commune*, *Rhytiadelphus triquetrus*) (табл. 4).

Как показали последующие учеты, осушение привело к ускорению темпов роста деревьев, увеличению доли участия в составе березы, росту общей полноты и сомкнутости крон, что постепенно ухудшило освещенность нижних ярусов растительности контрольного участка. Это, в сочетании с возросшей массой лиственного опада, привело к снижению проективного покрытия кустарничково-травяного и мохового ярусов. В кустарничковом ярусе лидирующее положение заняли брусника, черника, плаун годичный *Lycopodium annotinum*, в травяном – княженика обыкновенная, ожика волосистая *Luzula pilosa*, в приканальной зоне – плаун годичный. В моховом ярусе по микропонижениям доминирующее положение заняли *Sphagnum angustifolium* и *S. capillifolium*, на остальной площади – *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum commune*, отмечено появление *Rhytiadelphus triquetrus*. Стабилизация видового состава напочвенного покрова наблюдалась через 25 лет после осушения. В настоящее время распределение напочвенного покрова на участке носит мозаичный характер, значительную часть

поверхности почвы занимает мертвый покров (лиственный опад разной степени разложения). Тип леса, согласно «Основным положениям по гидролесомелиорации» [1995], можно охарактеризовать как чернично-брусничный торфяной осушаемый.

Комплексный уход в большей степени трансформирует условия местопроизрастания, что в первую очередь проявляется в изменении видового состава и фитомассы напочвенного покрова. Уже на второй год наблюдалось бурное разрастание светолюбивых растений, таких как кассандра *Chamaedaphne calyculata*, княженика, черника, вейник *Calamagrostis canescens*. Появились более тенелюбивые виды, например щитовник гребенчатый *Dryopteris cristata*. Значительно возросла фитомасса кустарничково-травяного яруса. Сократилось проективное покрытие и фитомасса сфагнумов, что, по-видимому, обусловлено угнетающим влиянием минеральных удобрений, а показатели зеленых мхов возросли в два раза (табл. 5).

В дальнейшем, по мере увеличения густоты, высоты и сомкнутости подроста березы, подлеска из крушины и ивы и вызванного этим ухудшения освещенности, проективное покрытие светолюбивых видов, таких как иван-чай узколистный, княженика, вейник, резко уменьшилось. Увеличился процент площади, занимаемой менее светолюбивыми щитовником гребенчатым, брусникой, черникой, седмичником *Trientalis europaea*, ожикой волосистой. Появились новые виды: майник двулистный, золотарник, малина *Rubus idaeus*, кислица обыкновенная *Oxalis acetosela*, голокучник обыкновенный *Gymnocarpium dryopteris*, герань лесная *Geranium sylvaticum*, линнея северная *Linnaea borealis*. Развитие мощной травянистой растительности способствовало активизации микробиологических процессов в почве благодаря быстрому и практически полному разложению опада. В результате вторичного использования внесенных элементов в процессе биологического круговорота обеспечивается повышенное содержание питательных веществ в почве в течение длительного времени.

В моховом ярусе исчезают сфагновые мхи, обильно разрастаются *Pleurozium schreberi*, *Mnium cuspidatum*, *Dicranum polysetum*, *Hylacomium splendens*, *Rhytiadelphus triquetrus*. Стабилизация видового состава напочвенного покрова наблюдалась через 8 лет после проведения ухода. Сформировавшийся тип леса – сосняк разнотравно-кисличный торфяной осушаемый.

Значительные изменения происходят в подлеске. Под пологом насаждения в год заклад-

Таблица 4. Изменение видового состава растительности в осушаемом сосняке травяно-сфагновом по вариантам опыта (средние данные проективного покрытия, %)

Table 4. Changes in the plant species composition in the drained herb-sphagnum pine stand in different treatments (average percent cover, %)

Виды Species	Варианты опыта Options							
	Контроль Control				Комплексный уход Combination of treatments			
	Годы наблюдений Years of monitoring							
	1985	1990	2005	2014	1985	1990	2005	2014
1	2	3	4	5	5	7	8	9
Деревья и кустарники, шт./га Trees and bushes, pcs/ha								
Древостой Forest stand								
<i>Pinus sylvestris</i> – Сосна обыкновенная	943	795	597	505	858* 830	880	786	584
<i>Picea abies</i> – Ель европейская	3	6	37	263	-	6	209	521
<i>Betula pubescens</i> – Береза пушистая	572	1025	884	875	781 -	16	88	601
Подрост New growth								
<i>Pinus sylvestris</i> – Сосна обыкновенная	2500	1870	410	180	2250	1340	150	250
<i>Picea abies</i> – Ель европейская	385	850	1000	835	410	450	540	450
<i>Betula pubescens</i> Ehrh. – Береза пушистая	6450	4400	1540	935	4105	26680	22950	590
Подлесок Undergrowth								
<i>Sorbus aucuparia</i> – Рябина обыкновенная	40	55	80	90	20	50	50	70
<i>Frangula alnus</i> – Крушина ломкая	1250	1140	860	280	1460	6210	2460	670
<i>Salix aurita</i> – Ива ушастая	40	35	20	5	55	180	120	20
<i>S. cinerea</i> – Ива пепельная	240	130	60	5	205	260	230	50
<i>Juniperus communis</i> – Можжевельник обыкновенный	30	40	50	10	20	70	50	10
Кустарничково-травяной ярус Low shrubs and herbs layer								
Виды олиготрофных болот Species of oligotrophic bogs								
<i>Chamaedaphne calyculata</i> – Хамедафна обыкновенная	10	5		+	15	5		
<i>Oxycoccus palustris</i> – Клюква болотная	10	10	15	5	10	+	+	
<i>Eriophorum vaginatum</i> – Пушица влагалищная	5				+			
<i>Vaccinium uliginosum</i> – Голубика	5	10	+	+			+	
<i>Ledum palustre</i> – Багульник болотный			+				+	
<i>Andromeda polifolia</i> – Подбел многолистный		+			+	+		
Гигрофильные и гидрофильные виды мезотрофных и эвтрофных болот Hygrophilous and hydrophilous species of mesotrophic and eutrophic bogs								
<i>Calamagrostis canescens</i> – Вейник седеющий	5	15	+	+	30	10	5	5
<i>Carex lasiocarpa</i> – Осока волосистоплодная	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Comarum palustre</i> – Сабельник болотный	5	+	+			5		
<i>Equisetum palustre</i> – Хвощ болотный	+	+						
<i>Naumburgia thyrsoiflora</i> – Кизляк кистецветный	+	+	+	+			+	
<i>Epilobium palustre</i> – Кипрей болотный	+						+	
Мезофильные и мезогидрофильные виды мезотрофных и эвтрофных болот Mesophilous and mesohydrophilous species of mesotrophic and eutrophic bogs								
<i>Salix myrtilloides</i> – Ива черниковидная	5				+			
<i>Carex dioica</i> – Осока двудомная	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dryopteris cristata</i> – Щитовник гребенчатый	+		+	+	+	+	20	15

Окончание табл. 4
Table 4 (continued)

1	2	3	4	5	5	7	8	9
<i>Rubus arcticum</i> – Княженика	20	10	5	5	30	25	5	5
<i>Hylebia nemorum</i> – Мокричник дубравный								+
<i>Melampyrum sylvaticum</i> – Марьянник лесной	+	5		+	+	+	+	+
<i>Scutellaria galericulata</i> – Шлемник обыкновенный	+	5	5	+	5	+		
<i>Agrostis canina</i> – Полевица собачья						+		
<i>Lysimachia vulgaris</i> – Вербейник обыкновенный	5	+	+			+	+	
Мезотрофные лесные виды Mesotrophic forest species								
<i>Chamaerion angustifolium</i> – Иван-чай узколистый	+	+			+			
<i>Maianthemum bifolium</i> – Майник двулистный				+		+	5	5
<i>Moneses uniflora</i> – Одноцветка обыкновенная	+				+			
<i>Pyrola rotundifolia</i> – Грушанка круглолистная	+				+	+	5	5
<i>Solidago virgaurea</i> – Золотарник обыкновенный			+	+		+	5	5
<i>Trietalis europaea</i> – Седмичник европейский	5	5	5	+	+	5	5	5
<i>Lycopodium annotinum</i> – Плаун годичный	+	+	5	10	+	+	5	5
<i>Oxalis acetosella</i> – Кислица обыкновенная						+	5	5
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> – Брусника обыкновенная	5	+	15	15	+	5	10	5
<i>V. myrtillus</i> – Черника обыкновенная	+	5	5	10	+	5	10	10
<i>Rudus idaeus</i> – Малина обыкновенная						+	5	5
<i>Luzula pilosa</i> – Ожика волосистая			+	5	+	5	10	5
<i>Geranium sylvaticum</i> – Герань лесная						5	+	+
<i>Linnaea borealis</i> – Линнея северная						+	5	10
<i>Gymnocarpium dryopteris</i> – Голокучник трехраздельный							+	5
Количество видов и проективное покрытие кустарничково-травяного яруса Number of species and projective covering of the low shrubs and herbs layer	23** 80	18 70	17 55	18 50	20 80	25 70	26 100	22 95
Моховой ярус Moss layer								
Мхи олиготрофных болот Mosses of oligotrophic bogs								
<i>Sphagnum angustifolium</i>	15	10	10	10	15	+	+	+
<i>S. capillifolium</i>	20	10	10	5	15	5	5	5
<i>S. magellanicum</i>	5	5	5		+			
<i>Aulacomnium palustre</i>	5	5	5	5	+	+	+	+
Лесные мхи Forest mosses								
<i>Dicranum polysetum</i>	10	15	10	5	10	15	15	20
<i>Hylocomium splendens</i>		+	5	+	10	10	10	10
<i>Polytrichum commune</i>	15	5	10	10	10	10	10	10
<i>Rhytiadelphus triquetrus</i>			+	+	+	+	+	5
<i>Pleurozium schreberi</i>	10	15	10	20	10	30	20	20
<i>Mnium cuspidatum</i>	5	+	5	5	5	5	10	10
Количество видов и проективное покрытие мохового яруса Number of species and projective covering of the moss layer	8 85	9 65	10 70	9 60	10 75	9 75	9 70	9 80

Примечание. * В числителе – до рубки; в знаменателе – после рубки; ** в числителе – количество видов, в знаменателе – после рубки.

Note. * The data before felling is given in the numerator; after felling – in the denominator; ** number of species is given in the numerator, after felling – in the denominator.

Таблица 5. Изменение фитомассы напочвенного покрова по вариантам опыта, ц/га (а. с. в.)

Table 5. Changes in the ground cover biomass in different treatments, quintal/hectare (absolute dry matter)

Фракции Fractions	Биомасса напочвенного покрова, ц/га (а. с. в.) Ground cover biomass, quintal/hectare (absolute dry matter)							
	Контроль Control				Комплексный уход Combination of treatments			
	Годы наблюдений Years of monitoring							
	1985	1990	2000	2014	1985	1990	2000	2014
Надземная часть биомассы напочвенного покрова Aerial part of the ground cover biomass								
Кустарнички Low shrubs	1,2	1,4	1,9	2,4	4,4	4,7	3,5	3,3
Травы Herbs	1,1	0,9	0,7	0,5	3,8	8,8	5,3	4,8
Мхи Mosses	4,4	3,0	7,0	6,6	2,6	3,9	12,2	9,5
Итого Total	6,7	5,3	9,6	10,5	10,8	17,4	21,0	17,6
Подземная часть биомассы напочвенного покрова, ц/га (а. с. в.) Underground part of the ground cover biomass, quintal/hectare (absolute dry matter)								
Кустарнички Low shrubs	6,4	7,3	10,1	12,9	23,5	24,6	18,8	17,7
Травы Herbs	4,9	4,1	3,0	2,1	16,9	39,7	25,9	21,7
Итого Total	11,3	11,4	13,1	15,0	40,4	64,3	44,7	39,4
ВСЕГО Sum total	18,0	16,7	22,7	25,5	51,2	81,7	65,7	57,0

ки опыта насчитывалось 1,6–1,7 тыс./га растений средней высотой 0,5 метра (см. табл. 4). Основными видами являлись крушина ломкая *Frangula alnus*, рябина обыкновенная *Sorbus aucuparia*, ива ушастая *Salix aurita*, ива серая *Salix cinerea*, можжевельник обыкновенный *Juniperus communis*. По мере увеличения сомкнутости верхнего полога на контрольном участке наблюдалось постепенное изреживание подлеска, в результате чего к настоящему времени общая густота уменьшилась более чем в 4 раза. Исключение составляет лишь рябина обыкновенная, численность которой даже несколько возросла. В варианте комплексного ухода резкое улучшение светового и питательного режимов способствовало бурному развитию подлеска, его густота в течение первых пяти лет возросла почти в четыре раза. В дальнейшем, по мере формирования яруса из березового подроста и вызванного этим ухудшения освещенности, количество растений подлеска снижалось. В настоящее время его численность не превышает 0,8 тыс. шт./га.

На момент закладки опыта под пологом древостоя насчитывалось 7,0–9,0 тыс./га растений подроста основных лесобразующих пород. Количество подроста сосны составляло 2,3–2,5 тыс. шт./га, в том числе 1,4 тыс. шт./га –

появившегося после осушения, средняя высота 1 метр (см. табл. 4). Подрост ели (390–410 шт./га высотой 0,3 метра) был полностью представлен поколением, возникшим после осушения. Наибольшим по количеству был подрост березы – 4,1–6,4 тыс. шт./га.

Проведение мероприятий существенно повлияло на численность, рост и состояние подроста. В контрольном насаждении, по мере увеличения полноты древостоя, сомкнутости крон и ухудшения условий освещенности и питания, в отпад перешел сосновый подрост всех поколений. В варианте комплексного ухода часть подроста, появившегося после осушения, перешла в состав верхнего полога. При этом практически все сосны старшего поколения (возникшего до осушения) погибли из-за резкого изменения светового режима. Отсутствие всходов и подроста после проведения комплексного ухода обусловлено быстрым развитием мощного живого напочвенного покрова, препятствующего укоренению и росту светолюбивой сосны.

За годы наблюдений в варианте без проведения ухода под пологом появилось 600–700 шт./га ели, часть подроста, появившегося в первые годы после осушения, перешла в основную часть древостоя. В варианте комп-

лексного ухода пересчетных размеров достиг практически весь подрост ели, имевшийся до закладки опыта и даже частично появившийся после, что связано с улучшением условий освещенности и питания после рубки и внесения удобрений.

Количество березового подростка в контрольном варианте сокращалось на протяжении всего периода исследования, небольшая часть его перешла в верхний полог, а основная масса – в отпад, не выдержав внутри- и межвидовой конкуренции. В варианте комплексного ухода количество березового подростка в первые пять лет возросло более чем в 6 раз. Благоприятные для роста условия способствовали быстрому переходу большей его части в состав основной части древостоя. Однако в последние пять лет среди молодого поколения березы из нижней части основного полога наблюдается массовое усыхание, что также объясняется усилением конкуренции.

Изменение светового, водно-воздушного и питательного режимов в результате осушения и комплексного ухода оказало заметное влияние на формирование доминирующего компонента фитоценоза – древостоя. Если в первые годы наблюдений в контрольном варианте за счет перехода крупного подростка березы количество стволов и ее участие в составе увеличивались, то сейчас старшее поколение этой породы активно переходит в отпад (см. табл. 4). В варианте комплексного ухода уже в течение первых 10 лет часть крупного подростка сосны перешла в основной полог. Однако в дальнейшем густота ее уменьшилась, в основном за счет деревьев молодого поколения. Изреживание обусловлено взрывным характером возобновления и высокой энергией роста березы, которая обгоняет сосну и в дальнейшем оказывает на нее угнетающее воздействие.

Улучшение условий роста в результате осушения и ухода создало условия для активного роста ели. Отмечена устойчивая тенденция к увеличению численности этой породы и доли ее участия в составе древостоя. К настоящему времени приросты по запасу сосны и ели сравнялись. В варианте комплексного ухода сформировался сосново-еловый древостой с небольшим участием березы в составе. Запас стволовой древесины, несмотря на вырубку 42 % в 1984 году, превышает показатель контрольного участка. Очевидно, что оставшаяся береза в дальнейшем не сможет оказать серьезного негативного воздействия на сосну в силу значительного отставания в росте. Возможно, что в ближайшие 10–15 лет произойдет смена состава верхнего полога древостоя, до-

минирование перейдет от сосны к молодому поколению ели, обладающему высокой энергией роста.

Заключение

Интенсивное изреживание древостоя в ходе рубки вызвало в первые годы резкий подъем уровня почвенно-грунтовых вод. Спустя 2–3 года, по мере развития мощного напочвенного покрова, различия между вариантами сгладились, а через пять лет уровень почвенно-грунтовых вод опустился на 3–5 см в сравнении с контролем. Таким образом, активное формирование живого напочвенного покрова, а затем подлеска и подростка древесных пород уже в течение первых пяти лет способно вызвать проявление «биологического осушения», превосходящего по эффективности древостой контрольного участка.

Рубка привела к увеличению амплитуды колебаний температуры приземного слоя воздуха. Количество заморозков в первые два года после эксперимента увеличилось в 1,5 раза, а минимальные значения были на 2–4 °С ниже, чем на контрольном участке. Через 4 года различия между вариантами сnivelировались. Таким образом, активное развитие травянистой растительности в результате применения удобрений способствует более быстрому сглаживанию температурного режима на вырубке, создавая тем самым благоприятные условия для роста древесных растений.

Улучшение светового и питательного режимов, вызванное проведением комплексного ухода, нашло отражение в трансформации видового состава растительности всех ярусов биоценоза, в первую очередь напочвенного покрова. Из кустарничково-травяного яруса исчезли представители олиготрофных болот, большинство гигрофильных, гидрофильных, мезофильных и мезогидрофильных видов мезотрофных и эвтрофных болот. Изменение условий питания способствовало поселению мезотрофных лесных видов, ранее здесь не встречавшихся. В моховом ярусе почти полностью исчезли мхи олиготрофных болот, увеличилась представленность лесных мхов, появились новые виды. Стабилизация видового состава кустарничково-травяного и мохового ярусов наблюдалась через 8–10 лет после закладки опыта.

Развитие мощного напочвенного покрова, увеличение густоты подлеска и подростка оказали отрицательное влияние на появление всходов сосны, их рост и развитие. В настоящее время эта порода в подросте отсутствует.

В то же время улучшение условий питания способствовало появлению большого количества всходов ели и их хорошему росту. Часть растений этой породы вошли в состав основного яруса древостоя. В древостое, за счет изреживания в низших ступенях толщины, уменьшается количество стволов сосны и увеличивается – ели и березы. Последняя, значительно отставая по высоте, в дальнейшем не сможет оказать отрицательное влияние на сосну. Сформировалось высокопродуктивное хозяйственно-ценное насаждение, запас стволовой древесины которого превышает показатель контрольного участка.

Развитие мощного травяного покрова оказало существенное влияние на распределение питательных веществ. Опад травянистых растений, быстро и полностью разлагаясь, способствовал активизации микробиологических процессов, обеспечивая повышение продуктивности насаждения в течение длительного периода времени, что связано с вторичным использованием внесенных элементов питания в процессе биологического круговорота.

Работа выполнена в рамках государственного задания КарНЦ РАН (Институт леса КарНЦ РАН).

Литература

- Ананьев В. А., Грабовик С. И. Рост и формирование березовых и березово-еловых древостоев после осушения и рубок // Известия вузов. Лесной журнал. № 4. 2009. С. 57–63.
- Балашов Л. С., Андриенко Т. Л., Кузьмичев А. И., Григора И. М. Изменение растительности и флоры болот УССР под влиянием мелиорации. Киев: Наукова думка, 1982. 292 с.
- Буш К. К. Взаимосвязь между продуктивностью древостоев и интенсивность осушения // Вопросы гидролесомелиорации. Рига: Зинатне, 1968. С. 5–50.
- Буш К. К., Аболин А. А. Строение и изменение растительного покрова важнейших типов леса под влиянием осушения // Вопросы гидролесомелиорации. Рига: Зинатне, 1968. С. 71–126.
- Вомперский С. Э. Биологические основы эффективности лесосушения. М: Наука, 1986. 312 с.
- Грабовик С. И. Изменение биологической продуктивности мезотрофных болот под влиянием осушения // Методы исследований болотных экосистем таежной зоны. Л.: СПбНИИЛХ, 1991. С. 28–41.
- Грабовик С. И. Постмелиоративная динамика растительности мезотрофных травяно-сфагновых болот южной Карелии. Биоразнообразие, динамика и ресурсы болотных экосистем Восточной Финноскандии // Труды КарНЦ РАН. 2005. № 8. С. 155–162.
- Залитис П. П. Основы рационального лесосушения. Рига: Зинатне, 1983. 232 с.
- Капустинская Т. К. Изменение типов леса под влиянием осушения. Осушение лесных земель: Тез. докл. сов.-фин. симпоз. (Петрозаводск, 22 июня 1982 г.). Л., 1978. С. 81–83.
- Кравченко А. В. Конспект флоры Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 403 с.
- Кузнецов О. Л., Грабовик С. И. 1.2. Мониторинг флоры и растительности болотных экосистем // Мониторинг и сохранение биоразнообразия таежных экосистем Европейского Севера России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2010. С. 19–31.
- Матюшкин В. А., Кузнецов О. Л. Изменение напочвенного покрова в сосняке травяно-сфагновом под влиянием осушения и рубок // Исследования осушенных лесоболотных биогеоценозов Карелии. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1989. С. 70–81.
- Медведева В. М. Режим почвенно-грунтовых вод в заболоченных лесах до и после осушения // Болота Карелии и пути их освоения. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1971. С. 108–125.
- Медведева В. М. Формирование лесов на осушенных землях среднетаежной подзоны. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1989. 168 с.
- Медведева В. М., Матюшкин В. А. Изменение некоторых экологических факторов в насаждениях под влиянием осушения и рубок // Природа болотно-лесных систем Карелии и пути их освоения. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1982. С. 96–116.
- Медведева В. М., Матюшкин В. А. Изменение густоты и породного состава сосновых насаждений в связи с осушением // Теоретические основы ведения лесного хозяйства на мелиорированных землях Карелии. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1984. С. 81–93.
- Медведева В. М., Матюшкин В. А. Особенности формирования сосновых насаждений, возникших на осушенных болотах южной Карелии // Изменение лесоболотных биогеоценозов под влиянием осушения. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1986. С. 5–27.
- Нешатаев В. Ю. Изменение растительности травяно-сфагновых сосняков под влиянием осушения // Ботанический журнал. 1986. Т. 71, № 4. С. 429–440.
- Основные положения по гидролесомелиорации. СПб.: СПбНИИЛХ, 1995. 59 с.
- Поздняков Л. К., Протопопов В. В., Горбатенко В. М. Биологическая продуктивность лесов Средней Сибири и Якутии. Красноярск: Кн. изд-во, 1969. 155 с.
- Пятецкий Г. Е. Водно-физические свойства торфяной почвы в связи с ее осушением // Осушение и освоение заболоченных земель в Нечерноземной зоне РСФСР. Л.: ЛенНИИЛХ, 1976. С. 46–56.
- Рубцов В. Г., Книзе А. А. Закладка и обработка пробных площадей в осушенных насаждениях. Методические рекомендации. Л.: ЛенНИИЛХ, 1974. 57 с.
- Рубцов В. Г., Кузнецов А. Н., Книзе А. А. Анализ роста осушенных и разреженных древостоев. Методические рекомендации. Л.: ЛенНИИЛХ, 1975. 51 с.
- Федорчук В. Н., Нешатаев В. Ю., Кузнецова М. Л. Лесные экосистемы северо-западных районов России. Типология, динамика, хозяйственные особенности. СПб.: СПбНИИЛХ, Хромис. 2005. 382 с.

Чесноков В. А. Влияние осушения на изменение метеорологического и гидрологического режимов болот // Стационарное изучение болот и заболоченных лесов в связи с мелиорацией. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1977. С. 19–33.

Юрковская Т. К. Изменение растительного покрова переходных болот южной Карелии // Ученые записки Тарт. гос. ун-та. 1963. Вып. 145, № 7. С. 337–344.

Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A., Aboлина A., Akatova T. V., Baisheva E. Z., Bardunov L. V., Baryakina E. A., Belkina O. A., Bezgodov A. G., Boy-

chuk M. A., Cherdantseva V. Ya., Czernyadjeva I. V., Doroshina G. Ya., Dyachenko A. P., Fedosov V. E., Goldberg I. L., Ivanova E. I., Jukoniene I., Kan-nukene L., Kazanovsky S. G., Kharzinov Z. Kh., Kurbatova L. E., Maksimov A. I., Mamatkulov U. K., Manakyan V. A., Maslovsky O. M., Napreenko M. G., Otnyukova T. N., Partyka L. Ya., Pisarenko O. Yu., Popova N. N., Rykovsky G. F., Tubanova D. Ya., Zheleznova G. V., Zolotov V. I. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // *Arctoa*. 2006. Vol. 15. P. 1–130.

Поступила в редакцию 18.05.2017

References

Anan'ev V. A., Grabovik S. I. Rost i formirovanie berezovykh i berezovo-elovykh drevostoev posle osusheniya i rubok [Growth and formation of birch and birch-spruce stands after melioration and cutting]. *Izv. vuzov. Lesnoi zhurn.* [Bull. Higher Ed. Inst. Forestry J.]. No. 4. 2009. P. 57–63.

Balashov L. S., Andrienko T. L., Kuz'michev A. I., Grigora I. M. Izmenenie rastitel'nosti i flory bolot USSR pod vliyaniem melioratsii [Changes in the vegetation and flora of mires of the Ukrainian SSR upon land-reclamation]. Kiev: Naukova dumka, 1982. 292 p.

Bush K. K. Vzaimosvyaz' mezhdru produktivnost'yu drevostoev i intensivnost'yu osusheniya [Relationship between tree stand productivity and degree of drainage]. *Voprosy gidrolesomelioratsii* [Iss. Forest Hydromelioration]. Riga: Zinatne, 1968. P. 5–50.

Bush K. K., Abolin' A. A. Stroenie i izmenenie rastitel'nogo pokrova vazhneishikh tipov lesa pod vliyaniem osusheniya [Structure and changes in the plant cover of major forest types under drainage]. *Voprosy gidrolesomelioratsii* [Iss. Forest Hydromelioration]. Riga: Zinatne, 1968. P. 71–126.

Chesnokov V. A. Vliyaniye osusheniya na izmeneniye meteorologicheskogo i gidrologicheskogo rezhimov bolot [Drainage-induced effects on the meteorological and hydrological regimes of mires]. *Statsionarnoe izuch. bolot i zaboloch. lesov v svyazi s melioratsiei* [Fixed-site Res. of Mires and Paludified Forests in Relation to Drainage]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1977. P. 19–33.

Fedorchuk V. N., Neshataev V. Yu., Kuznetsova M. L. Lesnye ekosistemy severo-zapadnykh raionov Rossii. Tipologiya, dinamika, khozyaistvennyye osobennosti [Forest ecosystems of the north-western regions of Russia. Typology, dynamics, and forest management features]. St. Petersburg, 2005. 382 p.

Grabovik S. I. Izmeneniye biologicheskoi produktivnosti mezotrofnykh bolot pod vliyaniem osusheniya [Changes in the biological productivity of mesotrophic bogs under drainage]. *Metody issled. bolot. ekosistem taezh. zony* [Methods of Bog Res. in the Boreal Zone]. Leningrad: SPbNILKh, 1991. P. 28–41.

Grabovik S. I. Postmeliorativnaya dinamika rastitel'nosti mezotrofnykh travyano-sfagnovykh bolot yuzhnoi Karelii [The dynamics of grass-sphagnum mesotrophic mire vegetation after melioration]. *Trudy KarNTs RAN* [Trans. KarRC RAS]. 2005. No. 8. P. 155–162.

Kapustinskaite T. K. Izmeneniye tipov lesa pod vliyaniem osusheniya [The change of forest types under drainage]. *Osusheniye lesnykh zemel'*: Tez. dokl. sov.-fin. simpoz. [Forest Land Drainage: Abs. Soviet-Finnish Symposium (Petrozavodsk, June, 22, 1982)]. Leningrad, 1978. P. 81–83.

Kravchenko A. V. Konspekt flory Karelii [A compendium of Karelian flora (vascular plants)]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2007. 403 p.

Kuznetsov O. L., Grabovik S. I. 1.2. Monitoring flory i rastitel'nosti bolotnykh ekosistem [Monitoring of the flora and vegetation of mire ecosystems]. *Monitor. i sokhr. bioraznoobr. taezh. ekosistem Evrop. Severa Rossii* [Monitoring and Conservation of the Biodiversity of Boreal Ecosystems in the European North of Russia]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2010. P. 19–31.

Matyushkin V. A., Kuznetsov O. L. Izmeneniye napochvennogo pokrova v sosnyake travyano-sfagnovom pod vliyaniem osusheniya i rubok [Changes in the ground cover of a herb-sphagnum pine stand under the effect of drainage and logging]. *Issled. osush. lesobolot. biogeotsenozov Karelii* [Studies of Drained Forest-Mire Biogeocoenoses in Karelia]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1989. P. 70–81.

Medvedeva V. M. Rezhim pochvenno-gruntovykh vod v zabolochennykh lesakh do i posle osusheniya [Soil- and groundwater regime in paludified forests before and after drainage]. *Bolota Karelii i puti ikh osvoeniya* [Mires of Karelia and their Uses]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1971. P. 108–125.

Medvedeva V. M. Formirovaniye lesov na osushennykh zemlyakh srednetaezhnoi podzony [Forest formation in drained middle taiga areas]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1989. 16 p.

Medvedeva V. M., Matyushkin V. A. Izmeneniye nekotorykh ekologicheskikh faktorov v nasazhdeniyakh pod vliyaniem osusheniya i rubok [Changes in some ecological factors in tree stands under the effect of drainage and logging]. *Priroda bolotno-lesnykh sistem Karelii i puti ikh osvoeniya* [The Nature of Mire-Forest Systems of Karelia and their Uses]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1982. P. 96–116.

Medvedeva V. M., Matyushkin V. A. Izmeneniye gustoty i porodnogo sostava sosnyykh nasazhdenii v svyazi s osusheniem [Changes in the stocking rate and tree species composition of pine stands upon drainage]. *Teor. osnovy vedeniya lesnogo khozyaistva na melio-*

rirovannykh zemlyakh Karelii [The Theoretical Basis for Forestry on Drained Lands in Karelia]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1984. P. 81–93.

Medvedeva V. M., Matyushkin V. A. Osobennosti formirovaniya sosnovykh nasazhdenii, vznikshikh na osushennykh bolotakh yuzhnoi Karelii [Formation features of pine stands on drained mires in southern Karelia]. *Izm. lesobolot. biogeotsenozov pod vliyaniem osush.* [Changes in Forest-Mire Biogeocoenoses upon Drainage]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1986. P. 5–27.

Neshataev V. Yu. Izmenenie rastitel'nosti travyano-sfagnovykh sosnyakov pod vliyaniem osusheniya [Changes in the vegetation of herb-sphagnum pine stands upon drainage]. *Bot. zhurn.* [Botanical J.]. 1986. Vol. 71, no. 4. P. 429–440.

Osnovnye polozheniya po gidrolesomelioratsii [Guiding principles of forest drainage]. St. Petersburg: SPbNILKh, 1995. 59 p.

Pozdnyakov L. K., Protopopov V. V., Gorbatenko V. M. Biologicheskaya produktivnost' lesov Srednei Sibiri i Yakutii [The biological productivity of forests of Central Siberia and Yakutia]. Krasnoyarsk: Kn. izd-vo, 1969. 155 p.

Pyatetskii G. E. Vodno-fizicheskie svoystva torfyanoi pochvy v svyazi s ee osusheniem [The hydrophysical properties of peat soils in relation to drainage]. *Osush. i osvoenie zaboloch. zemel' v Nechernoz. zone RSFSR* [Drainage and Use of Paludified Lands in the RSFSR Non-Chernozem Zone]. Leningrad: LenNILKh, 1976. P. 46–56.

Rubtsov V. G., Knize A. A. Zakladka i obrabotka probnykh ploshchadei v osushennykh nasazhdeniyakh. Metodicheskie rekomendatsii [Establishment and treat-

ment of sample plots in drained stands: a manual]. Leningrad: LenNILKh, 1974. 57 p.

Rubtsov V. G., Kuznetsov A. N., Knize A. A. Analiz rosta osushennykh i razrezhennykh drevostoev. Metodicheskie rekomendatsii [Analysis of the growth of drained and sparse tree stands: a manual]. Leningrad: LenNILKh, 1975. 51 p.

Vomperskii S. E. Biologicheskie osnovy effektivnosti lesoosusheniya [Biological foundations of forest drainage efficiency]. Moscow: Nauka, 1986. 312 p.

Yurkovskaya T. K. Izmenenie rastitel'nogo pokrova perekhodnykh bolot yuzhnoi Karelii [Changes in the plant cover of transitional mires in southern Karelia]. *Uch. zap. Tart. gos. univ.* [Trans. Tartu St. Univ.]. 1963. Iss. 145, no. 7. P. 337–344.

Zalitis P. P. Osnovy ratsional'nogo lesoosusheniya [The bases of rational forest drainage]. Riga: Zinatne, 1983. 232 p.

Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A., Abolina A., Akatova T. V., Baisheva E. Z., Bardunov L. V., Baryakina E. A., Belkina O. A., Bezgodov A. G., Boychuk M. A., Cherdantseva V. Ya., Czernyadjeva I. V., Doroshina G. Ya., Dyachenko A. P., Fedosov V. E., Goldberg I. L., Ivanova E. I., Jukoniene I., Kanukene L., Kazanovsky S. G., Kharzinov Z. Kh., Kurbatova L. E., Maksimov A. I., Mamatkulov U. K., Manakyan V. A., Maslovsky O. M., Napreenko M. G., Otnyukova T. N., Partyka L. Ya., Pisarenko O. Yu., Popova N. N., Rykovsky G. F., Tubanova D. Ya., Zheleznova G. V., Zolotov V. I. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. *Arctoa*. 2006. Vol. 15. P. 1–130.

Received May 18, 2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Матюшкин Василий Алексеевич

Петрозаводск, Республика Карелия, Россия
эл. почта: vasilymatyushkin@yandex.ru

Мошников Сергей Анатольевич

и. о. заведующего лаб. динамики и продуктивности таежных лесов, к. с.-х. н.
Институт леса КарНЦ РАН, Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр РАН» ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: moshniks@krc.karelia.ru

CONTRIBUTORS:

Matyushkin, Vasily

Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: vasilymatyushkin@yandex.ru

Moshnikov, Sergey

Forest Research Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: moshniks@krc.karelia.ru