



DOI 10.21178/2079-6080.2016.3.39  
УДК 630\*385.1:630\*221.04+630\*231.332

## Влияние комплекса лесохозяйственных мероприятий на формирование и продуктивность осушаемого сосняка травяно-сфагнового

© В.А. Матюшкин, С.А. Мошников

---

### **Effect of forestry practices on the formation and productivity of a drained herb-sphagnum pine stand**

**V.A. Matyushkin, S.A. Moshnikov** (Forest Research Institute of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences)

Changes in the valuation indices and characteristics of herb-Sphagnum pine stand formation over the 29-year period after silvicultural procedures (drainage, conversion cut, mineral fertilization) were investigated. Selective removal of 43 m<sup>3</sup>/ha (42% of standing stock) and fertilization considerably augmented the height and diameter increment of trees. The plants' response to the operations depended on the tree species and age, and the stand composition. The removal of birch and pine at an age of 150–200 years resulted in the formation of a pine stand with minor presence of spruce and birch. Timber stock was 180 m<sup>3</sup>/ha, the stock in the control being 215 m<sup>3</sup>/ha; mean current increment over the last 7 years was 4,5 m<sup>3</sup>/ha, i.e. nearly twice that of the control. Fertilization produced an additional increment of 30 m<sup>3</sup>/ha, the intervention remaining active for 14–15 years. The combination of thinning and fertilization facilitated a maximal increase in the stand productivity and prolonged the fertilization after-effect to 20–22 years. The latter effect is due to secondary utilization of nutrients by herbaceous plants within biological cycling. The added stock increment was 64 m<sup>3</sup>/ha, and mean current increment over the last inventory period was 6,5 m<sup>3</sup>/ha. Furthermore, drainage-induced modification of the soil's water, air and nutrient regimes promoted the emergence of spruce understorey and formation of a spruce subcanopy layer. Selection cuts are needed to improve the conditions for spruce growth and raise the stand productivity in general.

**Key words:** drainage, peat soil, conversion cut, fertilizers, tree stand, productivity, standing stock, increment

**Влияние комплекса лесохозяйственных мероприятий на формирование и продуктивность осушаемого сосняка травяно-сфагнового**

**В.А. Матюшкин, С.А. Мошников**

Исследованы динамика таксационных показателей и особенности формирования сосняка травяно-сфагнового за 29-летний период после проведения лесохозяйственных мероприятий (осушение, рубка переформирования, внесение минеральных удобрений). Проведение рубки с выборкой 43 м<sup>3</sup>/га (42% по запасу) и внесение удобрений существенно увеличили прирост деревьев по высоте и диаметру. Реакция растений на мероприятия зависит от породы, возраста деревьев и состава насаждения. В результате вырубki березы и сосны в возрасте 150–200 лет сформировалось сосновое насаждение с небольшой примесью ели и березы. Запас древесины составляет 180 м<sup>3</sup>/га, при запасе на контроле 215 м<sup>3</sup>/га, текущий средне-периодический прирост за последние 7 лет – 4,5 м<sup>3</sup>/га, что почти в два раза превышает показатель контроля. За счет внесения удобрений получен дополнительный прирост 30 м<sup>3</sup>/га, срок действия подкормки составляет 14–15 лет. Комплексный уход (рубка + удобрения) обеспечил максимальное повышение продуктивности насаждения и увеличение срока последействия удобрений до 20–22 лет. Последнее связано с вторичным использованием внесенных элементов питания травянистыми растениями в процессе биологического круговорота. Дополнительный прирост по запасу составил 64 м<sup>3</sup>/га, текущий среднепериодический прирост за последний учетный период – 6,5 м<sup>3</sup>/га. Кроме того, изменение водно-воздушного и питательного режимов почвы в результате осушения способствовало появлению под пологом елового подростa и формированию этой породой второго яруса. Для улучшения условий роста ели и повышения продуктивности насаждений рекомендуется проведение добровольно-выборочных рубок.

**Ключевые слова:** осушение, торфяная почва, рубка переформирования, удобрения, насаждение, продуктивность, запас, прирост

Матюшкин Василий Алексеевич – главный инженер лесного хозяйства лаб. динамики и продуктивности таежных лесов

E-mail: matyush@krc.karelia.ru

Мошников Сергей Анатольевич – научный сотрудник лаб. динамики и продуктивности таежных лесов, канд. с-х. наук

E-mail: moshniks@krs.karelia.ru

Федеральное государственное учреждение наук Институт леса Карельского научного центра Российской академии наук

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11

Телефон: +7 (8142) 76-95-00, 76-81-60

Факс: +7 (8142) 76-81-60

E-mail: forest@krc.karelia.ru

### Введение

В Карелии для лесохозяйственных целей осушено 650 тыс. га, из которых 45% составляет покрытая лесом площадь. На большей ее части (60%) произрастают сосновые насаждения, однако большинство из них имеет высокий возраст и значительную примесь березы [5, 6, 8]. Кроме того, известно, что насаждения сосны на торфяных почвах испытывают недостаток элементов питания, в частности, фосфора [6]. Внесение удобрений улучшает питательный режим почв и ускоряет процесс разложения органического вещества. Особенности формирования насаждений на осушаемых почвах, смены породного состава, изменения ресурсного потенциала спустя 20-30 лет после проведения хозяйственных мероприятий изучены недостаточно полно [3, 9, 10]. В настоящее время большая часть работ по этой тематике свернута, хотя очевидно, что для эффективного ведения лесного хозяйства в осушаемых сосняках необходимы длительные исследования, так как с увеличением давности проведения мероприятий меняется и характер происходящих в насаждениях преобразований.

Активная вырубка лесов в 1950-1980-х годах привела к изменению структуры лесного фонда и истощению лесосырьевой базы. В сложившихся условиях именно осушаемые леса могут стать одним из источников покрытия дефицита древесного сырья, поскольку значительная часть таких насаждений характеризуется высокой потенциальной продуктивностью. Кроме того, дороги, построенные при гидролесомелиорации, упрощают освоение лесных массивов и снижают себестоимость древесины. Таким образом, наличие в республике большого количества лесов с давностью осушения 40 и более лет, их высокий хозяйственный потенциал и недостаточная изученность проблемы обусловили необходимость данного исследования.

### Объекты и методика

Цель работы – исследовать влияние комплекса лесохозяйственных мероприятий на рост и продуктивность сосново-лиственных насаждений на осушаемых торфяных почвах.

Объект исследования – сосняк травяно-сфагновый, произрастающий на торфяной низинной обедненной почве. Участок осушен в 1972 году, расстояние между каналами 72 метра; мощность торфа составляла 1,2 метра.

Заложено четыре варианта опыта: 1) рубка – изреженный древостой без внесения удобрений; 2) удобрения – не пройденный рубкой древостой с внесением минеральных удобрений; 3) рубка + удобрения (комплекс); 4) контроль. Варианты опыта расположены на одной межканальной полосе и исходно имели близкую таксационную характеристику. Рубки проведены осенью 1984 года – выбрана вся береза и частично сосна в возрасте 150-200 лет, что составило по числу стволов 50%, по запасу – 42%. При проведении рубок было сохранено 80% подростов хвойных пород, имевшегося под пологом. 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.

Изучение динамики таксационных показателей древостоев велось на постоянных пробных площадях. Работы выполнялись по общепринятой методике, с учетом специфики условий местопроизрастания [8]. Анализ хода роста деревьев осуществлялся по 10-15 моделям по породам, поколениям, вариантам опыта. Отбор моделей и полный анализ стволов выполнялся по стандартной методике, с учетом изменений условий роста после осушения и проведения лесохозяйственных мероприятий [8]. Динамика видового состава напочвенного покрова определялась согласно общепринятой методике [2].

### Результаты и их обсуждение

Изменение светового и питательного режимов после проведения рубок и внесения удобрений оказало положительное влияние на рост сосны (табл. 1). Степень воздействия мероприятий на растения зависела от возраста и положения деревьев в пологе. Вырубка березы существенно не изменила прирост в высоту, увеличение составило у сосны всех поколений 5-6% по сравнению с контролем. У сосны младшего поколения (до 90 лет), находившейся до рубки под пологом, в первые пять лет после рубки отмечено даже снижение темпов роста, что, вероятно, было вызвано резким изменением светового режима и адаптацией к нему ассимиляционного аппарата растений. Под влиянием удобрений прирост в высоту сосны до 90 лет увеличился на 6%, в возрасте 91-130 лет – на 8%. Максимум у сосны всех возрастов наблюдался в первое пятилетие после проведения мероприятия. Наиболее эффективным было внесение удобрений в изреженном древостое. Увеличение прироста в высоту сосны в возрасте до 90 лет составило 14%, а в возрасте 91-130 лет – 18%. Пик прироста наблюдался в третьем пятилетии, в течение последующих 13 лет его величина, несмотря на некоторое снижение, превышала показатели в контроле.

Проведенные мероприятия ускорили темпы роста сосны по диаметру. В изреженном древостое увеличение прироста у сосны в возрасте до 90 лет составило 7%, в возрасте 91-130 лет – почти 5%. Максимальные значения наблюдались в течение первых 10-12 лет, в дальнейшем они были близки к контролю. Внесение удобрений неоднозначно действовало на прирост по диаметру сосны разного возраста. У сосны в возрасте до 90 лет увеличение приростов отмечено уже на следующий год и различия наблюдались в течение 14-15 лет. У сосны в возрасте 91-130 лет рост показателя зафиксирован лишь на 4-5-й год по-

сле мероприятия и пик значений отмечен в третьем пятилетии, после чего они выровнялись с показателями контроля. В целом, повышение прироста по диаметру сосны в возрасте до 90 лет составило 18%, в возрасте 91-130 лет – 10%. Проведение комплексного ухода (рубка + удобрения) оказало наибольшее влияние на рост сосны по диаметру. У деревьев в возрасте до 90 лет прирост увеличился на 34%, в возрасте 91-130 лет – на 18% в сравнении с контролем. При этом максимальные значения у сосны в возрасте до 90 лет зафиксированы на протяжении 20 лет, у сосны в возрасте 91-130 лет – во втором и третьем пятилетиях. В последние 8 лет наблюдений прирост выше, чем на контроле, на 5-7%. В абсолютных показателях наибольшие приросты по диаметру отмечены у сосны в возрасте 90-130 лет во всех вариантах опыта, что связано с ее господствующим положением в древостое.

Рост березы под влиянием удобрений имеет свои особенности. В не пройденном рубкой древостое увеличение прироста в высоту в среднем за весь период наблюдений, составило 12% (с максимумом во втором пятилетии), по диаметру – 7% (с пиком в третьем пятилетии), по сравнению с контролем. В четвертом пятилетии показатели сравнялись, а в последующем в варианте с удобрением были ниже, чем на контроле.

Проведенные мероприятия способствовали изменению состава и строения насаждения, что проявлялось с увеличением давности осушения. На контроле существенно повысилась густота березы, в основном за счет крупного подроста. Численность сосны постоянно сокращалась, в первую очередь в отпад переходила молодая сосна, находившаяся под пологом. В последнее время отмечается отмирание перестойной березы, в результате чего доля ее участия в составе, заметно возросшая в течение первых 15 лет, сокращается.

Таблица 1  
Динамика таксационных показателей осушаемого сосняка травяно-сфагнового под влиянием лесохозяйственных мероприятий

Вариант опыта	Год	Породный состав и возрастная структура древостоя	Средние		Полнога		Запас,		Бонитет	
			Н, м	Д <sub>1,3м</sub> , см	Густота, шт./га	абс., м <sup>2</sup> /га	огн.	м <sup>3</sup> /га	Общий	Текущий
1. Рубка	1984	1,9С <sub>65</sub> 3,0С <sub>95</sub> 1,4С <sub>125</sub> 2,7Б <sub>60</sub> *	11,8	13,0	1655	17,5	0,73	103,2	V,5	V,0
		3,0С <sub>65</sub> 4,9С <sub>95</sub> 2,1С <sub>125</sub>	12,7	14,4	883	10,9	0,37	60,3	V,5	V,0
	1990	3,1С <sub>70</sub> 5,0С <sub>100</sub> 1,9С <sub>130</sub> ед.Б <sub>20</sub> ед.Е <sub>75</sub>	13,4	17,8	974	17,0	0,58	79,7	V,0	IV,0
	2000	3,2С <sub>80</sub> 4,8С <sub>110</sub> 1,5С <sub>140</sub> 0,3Б <sub>20</sub> 0,2Е <sub>75</sub>	14,5	19,7	1129	20,1	0,70	118,9	IV,5	III,2
	2005	3,3С <sub>85</sub> 4,7С <sub>115</sub> 1,5С <sub>145</sub> 0,2Б <sub>25</sub> 0,3Е <sub>30</sub>	15,5	20,0	1265	25,4	0,89	144,3	IV,2	III,0
2. Удобрения	1984	3,2С <sub>65</sub> 4,3С <sub>95</sub> 1,2С <sub>125</sub> 0,7Б <sub>35</sub> 0,6Е <sub>40</sub>	15,8	18,9	1495	30,1	0,93	180,1	IV,2	II,8
		1,9С <sub>65</sub> 2,4С <sub>95</sub> 1,8С <sub>130</sub> 3,9Б <sub>60</sub>	12,4	14,4	1525	18,4	0,78	103,2	V,5	V,0
	1990	2,1С <sub>70</sub> 2,2С <sub>100</sub> 1,4С <sub>130</sub> 4,3Б <sub>65</sub> ед.Е	13,5	15,0	1698	24,0	0,99	132,0	V,0	III,0
	2000	1,7С <sub>80</sub> 2,5С <sub>110</sub> 1,2С <sub>140</sub> 4,5Б <sub>75</sub> 0,1Е <sub>75</sub>	14,4	17,9	1513	29,9	1,21	190,5	IV,5	II,5
	2005	1,8С <sub>85</sub> 2,3С <sub>115</sub> 1,2С <sub>145</sub> 4,4Б <sub>80</sub> 0,3Е <sub>30</sub>	15,2	18,7	1688	33,5	1,37	218,9	IV,0	II,0
3. Рубка + удобрения	1984	1,7С <sub>95</sub> 2,2С <sub>125</sub> 1,1С <sub>155</sub> 4,0Б <sub>80</sub> 1,0Е <sub>40</sub>	16,3	19,1	2073	39,5	1,43	247,5	III,7	I,8
		1,9С <sub>65</sub> 2,2С <sub>95</sub> 1,9С <sub>125</sub> 4,0Б <sub>60</sub> *	12,0	13,6	1639	18,1	0,80	103,4	V,5	V,0
	2000	3,2С <sub>65</sub> 3,8С <sub>95</sub> 3,0С <sub>125</sub>	12,8	15,3	830	10,4	0,38	58,6	V,5	V,0
	1990	3,3С <sub>70</sub> 4,0С <sub>100</sub> 2,7С <sub>130</sub> ед.Б <sub>20</sub> ед.Е <sub>75</sub>	14,1	18,3	902	16,0	0,52	83,6	V,0	III,0
	2005	3,4С <sub>80</sub> 4,0С <sub>110</sub> 2,2С <sub>140</sub> ед.Б <sub>20</sub> 0,4Е <sub>75</sub>	14,4	19,3	1083	23,0	0,79	136,4	IV,0	II,5
4. Контроль	1984	3,4С <sub>85</sub> 4,0С <sub>115</sub> 1,8С <sub>145</sub> 0,2Б <sub>25</sub> 0,6Е <sub>30</sub>	15,7	21,3	1228	25,6	0,88	165,3	III,8	I,8
		3,1С <sub>95</sub> 3,5С <sub>125</sub> 1,3С <sub>155</sub> 0,8Б <sub>35</sub> 1,3Е <sub>40</sub>	17,5	21,3	1706	35,6	1,11	224,4	III,5	I,5
	1990	1,9С <sub>65</sub> 2,9С <sub>95</sub> 1,3С <sub>125</sub> 3,9Б <sub>60</sub> ед.Е	12,2	12,8	1518	17,4	0,73	100,9	V,5	V,0
	2000	1,6С <sub>70</sub> 2,7С <sub>100</sub> 1,2С <sub>130</sub> 4,5Б <sub>65</sub> ед.Е	12,7	14,3	1826	24,5	1,08	125,3	V,0	IV,0
	2005	1,4С <sub>80</sub> 2,5С <sub>110</sub> 1,1С <sub>140</sub> 4,9Б <sub>75</sub> 0,1Е <sub>75</sub>	13,8	16,2	1518	27,7	1,18	172,8	IV,5	III,2
2013	1,5С <sub>85</sub> 2,5С <sub>115</sub> 1,1С <sub>145</sub> 4,8Б <sub>80</sub> 0,1Е <sub>30</sub>	14,9	17,2	1522	31,1	1,26	194,2	IV,2	III,0	
2005	1,6С <sub>95</sub> 2,7С <sub>125</sub> 1,1С <sub>155</sub> 4,4Б <sub>90</sub> 0,2Е <sub>40</sub>	15,6	17,9	1643	34,4	1,29	214,9	IV,0	II,8	

Примечание: \* в числителе – до рубки, в знаменателе – после рубки.

В результате рубки (вариант опыта № 1) улучшился световой режим, ослабла конкуренция за элементы питания, что оказало благоприятное влияние на рост соснового подроста и привело к некоторому увеличению количества сосны. Однако повышение сомкнутости полога и ухудшение освещенности в дальнейшем привело к постепенному сокращению ее численности. Несмотря на это, общая густота древостоя постоянно увеличивалась – за счет перехода крупного подроста березы и ели в состав верхнего яруса.

Внесение минеральных удобрений (вариант опыта № 2) не оказало существенного влияния на численность сосны в первоначальный период. Однако активное разрастание ее конкурента – березы в дальнейшем привело к усилению отмирания сосны всех поколений. В последние годы отмечена активизация отпада перестойной березы и, как следствие, сокращение ее доли в составе. В целом, на протяжении последних 15 лет наблюдается тенденция повышения густоты древостоя за счет пополнения основной его части елью.

Комплексный уход (вариант опыта № 3) способствовал увеличению густоты древостоя на всем протяжении исследования. В течение первых 10 лет это происходило за счет крупного подроста сосны, имевшегося под пологом. В дальнейшем, по мере достижения подростом березы и ели пересчетных размеров, постепенно росла численность и доля участия этих пород в составе древостоя. На участке отмечено усиление отпада крупного соснового подроста и тонкомера из-за повреждения

лосем.

Хозяйственные мероприятия существенно изменяют условия для появления и формирования подроста древесных пород. На момент закладки опыта под пологом насаждения насчитывалось от 1,3 до 1,7 тыс. шт./га подроста сосны, в том числе 0,8-1,2 тыс. шт./га – появившегося после осушения (табл. 2). Средняя его высота равнялась 1 метру. Густота подроста березы составляла от 4,1 до 6,4 тыс. шт./га, ели, появившейся после осушения, – 0,34-0,38 тыс. шт./га (средняя высота 0,3 м). Недостаточная освещенность в не пройденных рубками древостоях (контрольный и удобрённый участки) привела к постепенному отмиранию сосны. Улучшение светового режима в древостоях, пройденных рубкой, способствовало переходу крупного подроста сосны в верхний ярус. При этом пополнение происходило в основном за счет естественного возобновления, появившегося после осушения, а большая часть сосны старшего возраста погибла из-за резкого изменения освещенности. Сокращение численности всходов и мелкого подроста сосны после рубки обусловлено конкуренцией со стороны мощного напочвенного покрова, развившегося уже в первый год. Густота естественного возобновления ели за 15 лет после закладки опыта повсеместно увеличилась в 2-3 раза. Подрост этой породы, находившийся на момент закладки опыта под пологом, перешел в основную часть древостоя. На удобрённых участках пересчетных размеров достиг подрост ели, появившийся в первые 10 лет после закладки опыта.

Таблица 2

Динамика густоты хвойного подроста в сосняке травяно-сфагновом

Год	Густота подроста по породам и вариантам опыта, шт./га											
	Контроль			Рубка			Удобрения			Рубка+удобрение		
	С*	Е*	Всего	С	Е	Всего	С	Е	Всего	С	Е	Всего
1985	1300	380	1680	1710	375	2085	1635	335	1970	1210	380	1590
1990	870	850	1720	1050	455	1505	775	550	1325	775	415	1190
2000	370	910	1280	105	515	620	150	725	875	150	485	635

2005	255	1000	1255	75	575	650	40	640	680	55	540	590
2013	170	835	1005	140	500	640	80	705	785	-	205	205

Примечание. \*С – сосна, Е – ель

Изменение условий роста после проведения мероприятий оказало влияние на продуктивность насаждений. Характер изменения запасов зависит от вида мероприятия и давности его проведения (табл. 3). В первую очередь следует отметить общую для участков тенденцию падения приростов в последний учетный период. Это явление отмечается спустя 40-50 лет после осушения и обусловлено использованием растениями запаса (резерва) доступных питательных веществ почвы [10]. В контрольном насаждении в течение 20 лет накопление запаса происходило в основном за

счет березы, где она формировала до 50% прироста. В последние годы прирост березы по запасу резко сократился, что вызвано усилением отпада перестойных деревьев. Постепенно увеличивается участие ели в накоплении запаса – с нуля на момент закладки опыта до 30% по материалам последних перечетов. В древостое, где была вырублена вся береза, накопление запасов шло за счет хозяйственно ценных пород – сосны и ели. Приросты, как хвойных пород, так и насаждения в целом, в последние годы заметно превышают показатели контроля.

Таблица 3

Изменение средних по периодам наблюдений приростов запасов осушаемого сосняка травяно-сфагнового с увеличением давности проведения мероприятий

Вариант опыта	Порода	Изменение запасов (м <sup>3</sup> /га в год) по периодам наблюдений				
		1985-1990	1991-2000	2001-2005	2006-2013	В целом 1985-2013
1. Рубка	Сосна	3,2	3,5	4,2	2,5	3,3
	Береза	0,0	0,1	0,4	1,2	0,4
	Ель	0,0	0,3	0,5	0,8	0,4
	Итого	3,2	3,9	5,1	4,5	4,1
2. Удобрения	Сосна	2,1	2,5	2,5	1,4	2,1
	Береза	2,7	2,9	2,2	-0,1	2,1
	Ель	0,0	0,4	0,5	2,2	0,6
	Итого	4,8	5,8	5,2	3,5	4,8
3. Рубка + удобрения	Сосна	4,1	4,6	4,9	2,5	4,3
	Береза	0,0	0,3	0,4	1,5	0,5
	Ель	0,0	0,3	0,5	2,5	0,9
	Итого	4,1	5,2	5,8	6,5	5,7
4. Контроль	Сосна	2,0	2,1	2,2	1,6	2,0
	Береза	2,4	2,6	1,9	0,2	1,7
	Ель	0,0	0,1	0,2	0,8	0,3
	Итого	4,4	4,8	4,3	2,6	4,0

После внесения удобрений запас неизреженного древостоя увеличился на 144 м<sup>3</sup>/га, против 114 м<sup>3</sup>/га на контроле. В начальный период до 50% прироста формировала береза, в последние 10 лет, в основном из-за усиления изреживания этой породы, темпы увеличения запаса заметно упали, сохранив при этом значительное (до 30%)

превышение над показателями контроля. Комплексный уход в наибольшей степени способствовал ускорению роста насаждения. В течение первых 20 лет накопление происходило за счет сосны, а в дальнейшем, по мере увеличения численности, активное участие в формировании запаса стала принимать ель. В настоящее время

прироста сосны и ели по запасу равны. Участие березы в составе насаждения незначительно.

Определена величина дополнительного прироста, полученного в результате лесохозяйственных мероприятий, включая осушение, то есть в сравнении с неосушенным сосняком травяно-сфагновым. Минимальный показатель — 3 м<sup>3</sup>/га

в год в среднем за весь период наблюдения — получен в контрольном варианте (за счет осушения), максимальный — в варианте проведения комплекса мероприятий — 4,6 м<sup>3</sup>/га в год, несмотря на высокую (42% запаса) интенсивность проведенной рубки (см. табл. 1).

Таблица 4

Изменение среднего по периодам наблюдений дополнительного прироста по запасу осушаемого сосняка травяно-сфагнового по вариантам опыта

Вариант опыта	Дополнительный прирост по запасу (м <sup>3</sup> /га в год) по периодам наблюдений				
	1985-1990	1991-2000	2001-2005	2006-2013	В целом 1985-2013
1. Рубка	1,92	2,79	4,13	3,77	3,05
2. Удобрения	3,49	4,72	4,05	2,85	3,71
3. Рубка + удобрения	2,85	4,15	5,03	5,85	4,57
4. Контроль	3,09	3,62	3,33	1,88	2,99

Одной из основных составляющих частей фитоценоза является живой напочвенный покров и ему присуще чуткое реагирование на изменение экологических факторов в результате проведения лесохозяйственных мероприятий. Видовой состав очень динамичен и зависит от характера проведенного мероприятия, изменения породного состава, сомкнутости полога древостоя, густоты подроста и подлеска, а также от давности выполнения работ. Высота растений и проективное покрытие кустарничково-травяного яруса оказывают большое влияние на появление, рост и развитие всходов древесных пород.

За 12 лет после осушения (период времени до закладки опыта) в напочвенном покрове произошли значительные изменения [4]. Из состава кустарничково-травяного яруса практически исчезли виды, типичные для олиготрофных болот, гигрофильные и гидрофильные мезотрофных и эвтрофных болот. Улучшение водно-воздушного и питательного режимов почв после проведения осушения создало условия для поселения мезотрофных лесных видов, ранее здесь не встречающихся — *Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *Veronica chamaedrys*, *Maianthemum bifolium*, *Solidago virgaurea*. Увеличилось обилие *Rubus arcticum*.

Трансформировался видовой состав мохового покрова, уменьшилось присутствие представителей олиготрофных болот (*Sphagnum angustifolium*, *Sph. magellanicum*, *Sph. nemoreum*), усилилось влияние лесных мхов, поселились новые виды (*Polytrichum commune*, *Rhizidiadelphus squarrosus*).

С увеличением давности выполнения гидролесомелиоративных работ и лесохозяйственных мероприятий в составе напочвенного покрова произошли существенные изменения. В контрольном варианте, где влияние оказывал только один фактор (осушение), трансформация происходила постепенно, наблюдалось разрастание мезотрофных лесных видов травяно-кустарничкового яруса, лесных видов мхов и исчезновение представителей гигрофильных и гидрофильных мезотрофных и эвтрофных болот. Через 30 лет после осушения видовой состав травяно-кустарничкового и мохового ярусов стабилизировался. Тип леса — сосняк чернично-брусничный торфяной осушаемый [7].

В варианте, где была проведена полная выборка березы, в результате уменьшения транспирации и связанного с этим повышения уровня почвенно-грунтовых вод, в течение первых 6-8 лет после мероприятия был отме-



чен процесс восстановления некоторых видов растительности и мхов, типичных для олиготрофных, мезотрофных и эвтрофных болот. С увеличением производительности древостоя, количества березового подроста, проективного покрытия напочвенного покрова и соответствующим усилением транспирации наблюдалось улучшение водно-воздушного режима почв, изменился круговорот питательных веществ. В напочвенном покрове исчезли типичные представители олиготрофных, мезотрофных и эвтрофных болот, выросло количество и проективное покрытие мезотрофных лесных видов травяно-кустарничкового и мохового ярусов. Стабилизация типа леса наблюдалась через 25 лет после проведения рубки (35 лет после осушения). Тип леса – сосняк черничный торфяной осушаемый.

В варианте с внесением минеральных удобрений уже на следующий год наблюдалось увеличение обилия и массы мезотрофных лесных видов травяно-кустарничкового (в основном кустарничков) и мохового ярусов. Однако по мере увеличения сомкнутости верхнего полога и появления большого количества елового подроста, в результате чего существенно ухудшилась освещённость, отмечалось сокращение проективного покрытия травяно-кустарничкового яруса. Стабилизация типа леса наблюдалась через 20 лет после внесения удобрений (спустя 30 лет после осушения). Тип леса – сосняк чернично-разнотравный торфяной осушаемый.

В результате комплексного ухода за счет улучшения светового режима и условий питания наблюдалось обильное разрастание травяной растительности. В травяном ярусе присутствуют хорошо развитые эвтрофные растения, не встречающиеся в других вариантах опыта, полностью отсутствуют олиготрофы. Стабилизация типа леса наблюдается через 10 лет после проведения мероприятий (спустя 20 лет после осушения). Тип леса – сосняк разнотравный торфяной осушаемый.

В целом, можно отметить однозначно положительное влияние удобрений на рост

насаждений, однако степень их воздействия зависит от ряда факторов, в частности, от состава древостоя и вида проведенных мероприятий. В варианте с внесением удобрений без рубки велика доля участия березы в годичном приросте древесины, особенно в первые годы, когда она достигала 50% и более. Береза является опасным конкурентом за пищевые ресурсы, она перехватывает значительную часть вносимых элементов питания, и они надолго выбывают из биологического круговорота. Как известно, абсолютно сухой вес 1 м<sup>3</sup> древесины березы составляет 600 кг, сосны – 470 кг, то есть, на формирование одного кубического метра березовой древесины расходуется почти в полтора раза больше питательных веществ. Влияние внесения минеральных удобрений прослеживалось в течение 14-15 лет.

В варианте с комплексным уходом развился мощный травяной покров, который оказал существенное влияние на распределение питательных веществ. Травянистая растительность благодаря активной поглотительной и выделительной деятельности корневых систем значительно обогащает почву подвижными элементами питания. При этом растения выделяют в окружающую среду до 70-90% поглощенных веществ. Опав травянистых растений, быстро и полностью разлагаясь, способствовал активизации микробиологических процессов, обеспечивая повышение продуктивности насаждений в течение длительного периода времени, что связано с вторичным использованием внесенных элементов питания в процессе биологического круговорота [1]. Последствие комплексного ухода увеличилось до 20-22 лет.

### **Выводы**

1. Проведение лесохозяйственных мероприятий в осушаемом травяно-сфагновом сосняке оказало положительное влияние на хозяйственную ценность и рост насаждений.

2. Вырубка березы способствовала ускорению роста хвойных пород. В результате сформировалось сосновое насаждение с небольшим

участием в составе ели и березы. Текущий среднепериодический прирост за последний учетный период составил 4,5 м<sup>3</sup>/га в год, что на 73% превышает показатель контроля.

3. Внесение минеральных удобрений в неизреженном насаждении привело к значительному повышению темпов накопления запаса. Дополнительный прирост составил 30 м<sup>3</sup>/га, срок последствий удобрений — 14-15 лет. Недостатком данного вида мероприятий можно считать сохранение участия березы в составе древостоя — до 40%.

4. Наиболее эффективным мероприятием является комплексный уход. В первую очередь следует отметить повышение хозяйственной ценности насаждения — доля хвойных в запасе превышает 90%. Текущий прирост за последние 8 лет составил 6,5 м<sup>3</sup>/га в год, что 2,5 раза

превысило показатель контрольного участка, дополнительный — 64 м<sup>3</sup>/га. Действие удобрений прослеживалось в течение 20-22 лет.

5. Для создания оптимальных условий для роста ели и своевременного изъятия спелой древесины необходимо проведение добровольно-выборочных или длительно-постепенных рубок.

6. Стабилизация видового состава кустарничково-травяного и мохового ярусов в осушаемом сосняке травяно-сфагновом наблюдалась через 30 лет после осушения, в насаждениях пройденных лесохозяйственными мероприятиями, в зависимости от их вида, через 10-25 лет после проведения.

*Работа выполнена в рамках госзадания ИЛ-0220-2014-0003.*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бузыкин, А.И. Реакция сосны на изменение азотного питания / А.И. Бузыкин, И.С. Дашковская, Л.С. Пшеничникова, В.Г. Суховольская // Экологические проблемы Севера: Межвуз. сб. науч. тр. Архангельск: АГТУ, 2003. — Вып. 6. — С. 91-97.
2. Воронов, А.Г. Геоботаника / А.Г. Воронов. — М.: Высшая школа, 1973. — 384 с.
3. Дружинин, Н.А. Реакция хвойных насаждений с разновозрастной структурой древостоя на осушение / Н.А. Дружинин, А.П. Зеленко, Н.А. Шлёнкин // Гидролесомелиорация: наука — производству: Материалы совещания. — Санкт-Петербург, 1996. — С. 46-47.
4. Матюшкин, В.А. Изменение напочвенного покрова в сосняке травяно-сфагновом под влиянием осушения и рубок / В.А. Матюшкин, О.Л. Кузнецов // Исследования осушенных лесоболотных биогеоценозов Карелии. — Петрозаводск, Карельский филиал АН СССР, 1989. — С. 70-81.
5. Медведева, В.М. Формирование лесов на осушенных землях среднетаежной подзоны / В.М. Медведева. — Петрозаводск: Карелия. — 1989. — 168 с.
6. Медведева, В.М. Опыт реконструкции сосновых древостоев / В.М. Медведева, В.А. Матюшкин // Исследования по лесному болотоведению и мелиорации. — Петрозаводск, 1978. — С. 108-122.
7. Основные положения по гидролесомелиорации / Под общ. ред. В.К. Константинова. — СПб.: СПбНИИЛХ, 1995. — 59 с. Утв. Рослесхозом 10.01.1995, приказ № 4.
8. Рубцов, В.Г. Ведение лесного хозяйства в мелиорируемых лесах / В.Г. Рубцов, А.А. Кнize. — М.: Лесная пром-сть, 1981. — 84 с.
9. Столяров, Д.П. О возрасте рубки осушенных древостоев / Д.П. Столяров, А.А. Кнize // Лесохозяйственное использование осушенных земель: Тез. докл. Второго советско-финского симпозиума, Москва, 1 сент. 1980 г. Л., 1980. — С. 33-34.
10. Тараканов, А.М. Рост осушаемых лесов и ведение хозяйства в них / А.М. Тараканов. Архангельск: СевНИИЛХ, 2004. — 228 с.

#### REFERENCES

1. Buzykin A.I., Dashkovskaya I.S., Pshenichnikova L.S., Sukhovolskaya V.G. Reaktsiya sosny na izmeneniye azotnogo pitaniya [Pine reaction to the change of nitrogen nutrition]. *Ekologicheskiye problemy Severa: Mezhd. sb. nauch. tr.* Arkhangel'sk: AGTU, 2003, Vyp. 6, pp. 91-97. (In Russian).
2. Voronov A.G. Geobotanika [Geobotany]. Moscow: Vysshaya shkola, 1973, 384 p. (In Russian).
3. Druzhinin N.A., Zelenko A.P., Shlyonkin N.A. Reaktsiya khvoynykh nasazhdeny s raznovozrastnoy strukturoy drevostoya na osusheniye. *Gidrolesomelioratsiya: nauka – proizvodstvu: Materialy soveshchaniya.* St-Petersburg, 1996, pp. 46-47. (In Russian).
4. Matyushkin V.A., Kuznetsov O.L. Izmeneniye napochvennogo pokrova v sosnyake travyano-sfagnovom pod vliyaniem osusheniya i rubok. *Issledovaniya osushennykh lesobolotnykh biogeotsenozov Karelii.* Petrozavodsk, Karelsky filial AN SSSR, 1989, pp. 70-81. (In Russian).
5. Medvedeva V.M. Formirovaniye lesov na osushennykh zemlyakh srednetayezhnoy podzony. Petrozavodsk: Kareliya, 1989, 168 p. (In Russian).
6. Medvedeva V.M., Matyushkin V.A. Opyt rekonstruktsii sosnyykh drevostoyev. *Issledovaniya po lesnomu bolotovedeniyu i melioratsii.* Petrozavodsk, 1978, pp. 108-122. (In Russian).
7. Osnovnye polozheniya po gidrolesomelioratsii; editor V.K. Konstantinov. SPb.: SPbNIIKKh, 1995, 59 p. Utv. Rosleskhozom 10.01.1995, prikaz № 4. (In Russian).
8. Rubtsov V.G., Knize A.A. Vedeniye lesnogo khozyaystva v melioriruyemykh lesakh. Moscow: Lesnaya prom-st, 1981. 84 p. (In Russian).
9. Stolyarov D.P., Knize A.A. O vozraste rubki osushennykh drevostoyev. *Lesokhozyaystvennoye ispolzovaniye osushennykh zemel: Tez. dokl. Vtorogo sovetsko-finskogo simpoziuma,* Moscow, 1 sent. 1980 g., Leningrad, 1980, pp. 33-34. (In Russian).
10. Tarakanov A.M. Rost osushayemykh lesov i vedeniye khozyaystva v nikh. Arkhangel'sk: SevNIIKKh, 2004, 228 p. (In Russian).

Статья поступила в редакцию 8.06.2016