

## **ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ СОСНЯКА ТРАВЯНО-СФАГНОВОГО НА ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСА ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ**

*В.А. Матюшкин, О.Н. Скороходова*

Осушение заболоченных и болотных лесов является первым этапом рационального использования этих площадей. На осушаемых покрытых лесом площадях преобладают главным образом насаждения мало пригодные для их дальнейшего выращивания после проведения гидролесомелиорации. Поэтому без дальнейших лесохозяйственных мероприятий в них не всегда можно получить лесоводственный эффект, соответствующий потенциальному плодородию почв.

Научные основы ведения лесного хозяйства в насаждениях на осушаемых торфяных почвах не разработаны. Работ по этому вопросу мало (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7). Для эффективного ведения лесного хозяйства на осушенных землях, необходимо накопление данных об изменении роста деревьев, породного состава, полноты, продуктивности древостоев и процессов естественного возобновления после проведения различных лесохозяйственных мероприятий (рубки ухода за составом, рубки переформирования, сплошные рубки, внесение минеральных удобрений), как по отдельности, так и в комплексе, в течении длительного времени, т. к. с увеличением давности проведения мероприятий меняется и ход происходящих преобразований в насаждениях.

Ранее проведенными исследованиями (4, 8, 9, 10) было выявлено, что насаждения сосны на торфяных почвах нуждаются в первую очередь в фосфоре. Это совпадает с давно существующим в Скандинавских странах мнением о том, что недостаток фосфора в торфяных почвах является основным фактором, лимитирующим рост растений (11). Острый дефицит фосфора в торфяно-болотных почвах наряду с большим варьированием и часто недостаточным содержанием азота и калия приводит к несбалансированности элементов питания в древесных растениях. Ликвидировать дисбаланс в элементах питания можно применяя минеральные удобрения. Важную роль при внесении удобрений играет интенсивность осушения торфяных почв, так как при недостаточной степени осушения, из-за сильной обводнённости верхнего горизонта, существенная часть вносимых удобрений растворяется в воде и выносится со стоком в осушительную сеть.

При несбалансированности элементов питания в осушенных торфяно-болотных почвах удаление березы в сосново-лиственных насаждениях ещё больше усугубляет положение, так как почва лишается не только опада, но и корневых выделений, что в значительной мере уменьшает круговорот элементов питания. Поэтому при проведении рубок по уходу за составом, когда вырубаются деревья мягколиственных пород, необходимо для увеличения производительности древостоев внесение минеральных удобрений. Благодаря применению удобрений увеличивается количество элементов питания, находящихся вместе с опадом в биологическом круговороте, а также ускоряется процесс разложения опада.

С целью изучения влияния проведения комплекса лесохозяйственных мероприятий на рост и продуктивность сосново-лиственных насаждений на осушенных торфяных почвах осенью 1984 года заложен опыт. Было предусмотрено четыре варианта: а) контроль – непройденный рубкой древостой; б) рубка – изреженный древостой; в) удобрения – непройденный рубкой древостой с внесением удобрений; г) рубка + удобрения – изреженный древостой с внесением удобрений. Варианты опыта расположены на одной межканавной полосе в пределах выдела и исходно имели близкую таксационную характеристику (табл.1). Для проведения исследований был выбран сосняк травяно – сфагновый, произрастающий по определению Р.М. Морозовой (12), на торфяной низинной обедненной почве подстилаемой глиной, осушенный в 1972 году, с расстоянием между каналами 72 метра. Мощность торфа на момент закладки опыта составляла 1,2 м. 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.

При рубках была выбрана вся береза и частично очень старая сосна (150–200 лет), что составило по числу стволов 50%, по запасу – 42%. Для наблюдений за появлением и ходом роста подроста, были заложены учетные ленты шириной 4 метра на расстоянии 10 метров от осушителей и посередине межканавной полосы. В течение первых шести лет велись наблюдения за изменением уровня почвенно-грунтовых вод и температурой почвы. Измерения уровня почвенно-грунтовых вод производились по створам скважин расположенным по середине каждого варианта на удалении 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 межканавной полосы. Уровень почвенно-грунтовых вод и температура почвы измерялись с мая по октябрь месяцы включительно, два раза в неделю.

Т а б л и ц а 1  
Таксационная характеристика сосняков травяно-сфагновых по вариантам опыта,

Вариант	Год	Породный состав и возрастная структура древостоя	Средние		Густота шт./га	Полнота		Запас, м <sup>3</sup> /га	Общий	Текущий
			Н, м	Д <sub>г3м6</sub> см		абс, м <sup>2</sup> /га	отн,			
Контроль	1984	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	98,9	У	У
	1990	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	145,3	IV.5	IV
	2000	1,4С <sub>80</sub> 2,5С <sub>110</sub> 1,1С <sub>140</sub> 4,9Б <sub>75</sub> 0,1Е <sub>25</sub>	13,8	16,2	1518	27,7	1,18	172,8	IV	III
Рубка	1984	1,9С <sub>65</sub> 3,0С <sub>95</sub> 1,4С <sub>125</sub> 3,7Б <sub>60</sub> *	11,8	13,0	1655	17,5	0,73	103,2	У	У
		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	У	У
	1990	2,9С <sub>70</sub> 5,0С <sub>100</sub> 1,2С <sub>130</sub> ед.Б <sub>20</sub> ед.Е <sub>25</sub>	13,4	17,8	974	17,0	0,58	89,7	IV.5	IV
Удобрения	2000	2,6С <sub>80</sub> 4,8С <sub>110</sub> 1,2С <sub>140</sub> 0,3Б <sub>20</sub> 0,2Е <sub>25</sub>	14,5	19,7	1129	20,1	0,70	118,9	IV	III
	1984	1,9С <sub>65</sub> 2,4С <sub>95</sub> 1,8С <sub>125</sub> 3,9Б <sub>60</sub>	12,4	14,4	1525	18,4	0,78	106,2	У	У
	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	146,9	IV.5	III
Рубка + Удобрения	2000	1,7С <sub>80</sub> 2,5С <sub>110</sub> 1,2С <sub>140</sub> 4,5Б <sub>75</sub> 0,1Е <sub>25</sub>	14,4	17,9	1513	29,9	1,21	190,5	IV	II
	1984	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	У	У
		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	У	У
Удобрения	1990	3,3С <sub>70</sub> 4,0С <sub>100</sub> 2,2С <sub>130</sub> ед.Б <sub>20</sub> ед.Е <sub>25</sub>	14,1	18,3	902	16,0	0,52	93,6	IV.5	III
	2000	3,4С <sub>80</sub> 4,0С <sub>100</sub> 2,2С <sub>140</sub> ед.Б <sub>20</sub> 0,4Е <sub>25</sub>	14,4	19,3	1083	23,0	0,79	136,4	IV	1,5

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

Через 2 года, 5 и 15 лет после закладки опыта были выполнены учеты фитомассы напочвенного покрова. Для этого, на каждом варианте опыта производились в указанные годы, в период массового разрастания основных видов травяно-кустарничкового яруса укосы на площадках размером 0,25 м<sup>2</sup> в количестве 40 штук, с разборкой растений по видам и отбором образцов на влажность.

В течение первых трех лет и на пятнадцатый год отбирались образцы хвои сосны по вариантам по каждой возрастной группе для определения изменения её параметров и весовых характеристик под влиянием проведения комплекса лесохозяйственных мероприятий.

Раз в пять лет выполнялись повторные таксационные работы, согласно общепринятой методике, с дополнениями к изменению условия после осушения. В 2000 году были отобраны модельные деревья по породам, а для сосны и по возрастным группам, с целью определения приростов по высоте, диаметру и объему, кроме этого у сосны отбирались керны для уточнения приростов по радиусу, на каждом варианте по возрастным группам. Также в 2000 году было проведено определение фитомассы надземной части фитоценозов на всех опытных участках, согласно общепринятых методик (13, 14).

Интенсивное изреживание насаждения оказало заметное влияние на уровень почвенно-грунтовых вод и температурный режим торфяных почв на опытных участках. Годы наблюдений отличались по метеорологическим условиям, дождливыми были 1982, 1984, 1986, 1987, 1988, 1990 годы – количество осадков превысило среднее многолетнее на 20–60%. Остальные годы были относительно сухими. Среднемесячные температуры воздуха были ниже средних многолетних, исключение 1988 год. Разница в уровнях воды была заметна между вариантами, особенно в первые три года. Уровень воды в изреженных насаждениях посредине межканавной полосы находился на 3–8 см выше к поверхности, чем в насаждениях непройденных рубкой, а в 10 метрах от осушителя эти различия были ещё существеннее (табл.2). Это объясняется уменьшением транспирации, связанное с полной вырубкой березы. Известно, что интенсивность транспирации в течение всего вегетационного периода у березы в 1,5–2,0 раза выше, чем у сосны обыкновенной (15, 16). В последующие годы разница в уровнях воды по вариантам нивелируется, так как развитие мощного напочвенного покрова в изреженных насаждениях значительно увеличивает расход воды на транспирацию, интенсивность транспирации растениями напочвенного покрова, особенно травянистой растительностью, в несколько раз выше, чем древесными породами. На вариантах с внесением минеральных удобрений уже через 8 лет после проведения мероприятия

наблюдался эффект «биологической мелиорации», когда за счет увеличения массы листьев, хвои и растений напочвенного покрова интенсивность транспирации увеличивается и уровень почвенно-грунтовых вод опускается ниже на 2–5 см по сравнению с аналогичными неудобренными вариантами.

Т а б л и ц а 2  
Среднемесячный уровень почвенно-грунтовых вод  
в осушенном травяно-сфагновом сосняке по вариантам, см

Варианты	Год наблюдений	Месяц						Средне-летний уровень
		25,05	V	VI	VII	VIII	IX	
Контроль	1983	14,0	11,2	35,7	59,2	72,9	67,2	51,9
	1984	12,0	11,9	38,2	52,7	64,7	56,6	41,9
	1985	14,0	9,7	19,0	26,5	49,2	46,2	33,3
	1986	13,0	10,0	22,1	46,9	46,2	18,9	29,5
	1987	9,0	6,5	13,0	25,0	15,6	9,6	16,5
	1988	9,0	5,8	21,0	37,3	16,6	11,3	20,1
	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
Рубка	1983	14,0	12,4	29,3	40,0	51,6	45,8	37,4
	1984	11,0	13,3	29,3	35,8	46,1	39,0	30,6
	1985	13,0	8,8	17,3	23,3	40,2	39,0	29,4
	1986	13,0	9,2	19,9	37,5	35,1	13,5	24,0
	1987	8,0	5,0	11,4	23,1	13,0	9,1	14,6
	1988	5,0	3,8	19,2	29,8	13,6	12,0	17,6
	1989	30,0	21,7	44,1	65,0	76,0	54,4	47,2
	1990	17,0	13,0	16,5	36,5	29,0	25,5	25,4
Удобрения	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
Рубка + удобрения	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

Анализ среднемесячных данных по температуре верхнего 20-сантиметрового слоя торфа показал, что в течение 3 лет температура почвы за вегетационный период в изреженных насаждениях была выше на 0,5°–0,9° градуса, чем в насаждениях непройденных рубками (табл.3).

Среднемесячные температуры торфяной почвы в осушенном травяно-сфагновом сосняке по вариантам: контроль (К), рубка (Р), удобрения (Уд.), рубка+удобрения (Р.+Уд.)

Ме- сяц	Глубина, см															
	5				10				15				20			
	К.	Р.	Уд.	Р.+Уд.	К.	Р.	Уд.	Р.+Уд.	К.	Р.	Уд.	Р.+Уд.	К.	Р.	Уд.	Р.+Уд.
1985 год																
V	6,4	6,6	6,2	6,5	4,8	5,1	4,7	4,9	4,5	4,9	4,5	4,9	3,8	4,2	3,7	4,0
VI	10,9	11,7	9,2	10,0	9,5	11,0	8,7	10,0	8,9	9,8	7,0	8,3	8,0	9,2	6,7	7,8
VII	12,3	12,6	11,7	12,5	11,2	12,3	10,4	12,4	10,9	11,3	10,2	11,0	10,3	11,1	9,6	10,6
VIII	13,9	15,3	13,5	14,2	13,3	14,3	12,7	13,9	12,9	13,4	12,3	13,9	12,3	13,3	11,9	12,8
IX	8,7	8,4	9,0	8,3	9,6	9,2	9,0	9,3	9,7	9,4	9,1	9,6	9,5	9,5	9,0	10,4
Сред- нее	11,0	11,8	11,4	11,9	10,3	11,4	10,6	11,7	10,1	10,6	10,3	11,0	9,4	10,3	9,9	10,9
1989 год																
V	6,8	6,5	6,4	6,2	6,6	6,5	6,5	6,3	6,9	6,3	6,5	5,9	6,2	5,6	6,3	5,9
VI	12,0	12,0	11,7	12,0	11,7	11,6	11,6	11,7	11,3	11,1	11,3	11,0	10,7	10,4	11,0	10,7
VII	13,6	13,5	13,9	13,6	13,4	13,4	13,2	13,5	13,2	13,2	13,1	13,2	13,0	12,6	13,0	13,0
VIII	12,6	12,4	12,0	12,4	12,4	12,3	12,1	12,7	12,5	12,6	12,1	12,5	12,0	12,2	12,2	12,5
IX	9,4	8,9	8,8	9,0	9,2	9,2	9,0	9,4	9,1	9,4	9,0	9,4	9,3	9,1	9,3	9,5
Сред- нее	10,4	10,1	9,9	10,1	10,1	10,0	10,0	10,1	9,8	9,9	9,9	9,8	9,7	9,7	9,8	9,7

Наибольшая разница в прогревании почвы по вариантам наблюдалась в мае-июне месяце. Лучше всего прогревался верхний слой торфяной почвы в июле-августе месяце. 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, даже в течение июля-августа перепады в срочной температуре достигали  $10^{\circ}$ – $15^{\circ}$ . Наибольшие абсолютные значения максимальных и минимальных температур наблюдались в изреженных насаждениях. Количество заморозков с температурой  $0^{\circ}$  и ниже на поверхности почвы за май-сентябрь месяцы в изреженных насаждениях в первые 3 года отмечено в 1,5 раза больше и минимальные значения были на  $2,5$ – $4^{\circ}$  ниже, чем в насаждениях непройденных рубками. На удобренных вариантах отмечено понижение температуры верхнего горизонта почвы на  $0,2^{\circ}$ – $0,5^{\circ}$  градуса, по сравнению с неудобренными. Это связано с изменением уровня почвенно-грунтовых вод под влиянием проведения комплекса лесохозяйственных мероприятий. Ранее проведенными исследованиями (17, 18) было выявлено, что при более высоком уровне почвенно-грунтовых вод, торфяные почвы прогреваются быстрее и лучше, при понижении уровня почвенно-грунтовых вод прогревание происходит медленнее и температура верхнего горизонта торфа в течение всего вегетационного периода ниже. По мере увеличения густоты изреженных насаждений, сомкнутости верхнего полога, появления и формирования подроста и подлеска, а также развития мощного напочвенного покрова различия в температурном режиме почв между опытными вариантами нивелируются.

Для баланса питательных веществ и их круговорота немаловажное значение имеют изменения жизнедеятельности микроорганизмов и биологических процессов в корневой системе, вызванные применением удобрений. Микроорганизмы относятся к быстрореагирующим компонентам экосистемы и являются чутким индикатором изменения микропроцессов. Л. М. Загуральской (19) в течение первых трех лет были проведены исследования по оценке экологических последствий проведения комплекса лесохозяйственных мероприятия на почвенную биоту. Были изучены: изменение численности, состава биохимической активности основных физиологических групп микроорганизмов. Полное удаление березы привело к значительному увеличению освещенности под пологом леса в  $1,5$ – $1,8$  раза, и запасов влаги за счет ослабления роли древесного полога в задержании осадков и уменьшения транспирации, изменению температурного режима и взаимоотношения компонентов напочвенного покрова. Кроме этого удаление березы

изменяет не только количество опада, но и его компонентный состав. Отсутствие в опаде листьев березы уменьшает его доступность для микроорганизмов и в какой-то мере определяет интенсивность и направленность биохимической трансформации органического вещества. Интенсивная выборка деревьев приводит к снижению численности всех эколого-трофических групп микроорганизмов, за исключением микромицетов. При изреживании древостоя почва лишается не только опада, но и корневых выделений, оказывающих позитивное влияние на микронаселение. Поэтому при проведении различных видов лесохозяйственных мероприятий для увеличения производительности древостоев на торфяных почвах необходимо внесение минеральных удобрений. Снижение дефицита в минеральном питании после внесения удобрений приводит к увеличению численности большей части микробной биоты. В первые годы после внесения действие минеральных удобрений на микрофлору в нетронutom и изреженном древостоях мало различаются, в дальнейшем же оно сильнее проявляется в пройденном рубкой и удобренном насаждении. Активизация микрофлоры усиливает процессы накопления аминного азота и разрушения целлюлозы, соответственно белки и углеводы растительных остатков минерализуются быстрее, высвобождающиеся элементы минерального питания вновь включаются в биологический круговорот веществ.

Осушение сильно изменяет исходные биогеоценозы переувлажненных лесов, понижается уровень почвенно-грунтовых вод, изменяется температурный режим верхнего горизонта почвы, улучшается аэрация в корнеобитаемом слое при увеличении его мощности, происходит более или менее быстрое изменение всех взаимосвязанных почвенных факторов, морфологических и аналитических признаков почвы.

Одним из показателей этих изменений является реакция нижних ярусов фитоценоза: травяно-кустарничкового и мохового. Растительному покрову присуще наиболее быстрое и чуткое реагирование на различного рода изменения экологических факторов в лесных биогеоценозах, подвергшихся антропогенному воздействию при интенсивном хозяйственном использовании участков, в данном случае, после осушения, проведения рубки и внесения минеральных удобрений. Видовой состав напочвенного покрова очень динамичен и его изменение зависит от изменения породного состава, полноты и возраста древостоев.

Живой напочвенный покров является одной из основных составляющих фитоценоза. Видовой состав, высота растений и процент проективного покрытия напочвенного покрова оказывают большое



влияние на появление всходов древесных пород и их рост и развитие в первые годы. Исследованиями установлено (20, 21), что активность поглощения единицей поверхности корней трав в десятки раз выше, чем древесных. Травянистая растительность благодаря активной поглотительной и выделительной деятельности корневых систем значительно обогащает почву подвижными элементами питания. Растения выделяют в окружающую среду до 70–90% от общего количества поглощенных веществ. Опад травянистых растений быстро и полностью разлагается, способствует активизации микробиологических процессов, в результате чего улучшается плодородие почвы. Улучшение почвенного питания оказывает большое влияние на процессы роста древесных пород и тем самым повышает продуктивность насаждений.

К моменту закладки опыта под влиянием осушения (за 12 лет) в напочвенном покрове произошли существенные изменения (22), из состава травяно-кустарничкового яруса почти исчезли представители олиготрофных болот, большинство гигрофильных и гидрофильных видов мезотрофных и эфтрофных болот, оставшиеся представители этой группы имели слабую жизненную форму. Изменение условий водно-воздушного и пищевого режима создало условия для поселения здесь мезотрофных лесных видов травяно-кустарничкового яруса, ранее здесь не встречающихся, таких как: *Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *Veronica chamaedrys*, *Majanthemum bifolium*, *Solidago virgaurea*. Значительно увеличилось обилие *Rubus arcticus*. Особенно большие изменения произошли в моховом покрове. Значительно сократилось присутствие мхов олиготрофных болот (*Sphagnum angustifolium*, *Sph. magellanicum*, *Sph. nemoreum*). Усилилось влияние лесных мхов, поселились новые виды (*Polytrichum commune*, *Rhutiadelphus squarrosus*).

Как показали проведенные учеты фитомассы и описания растительности, в осушенном сосняке травяно-сфагновом не затронутом лесохозяйственными мероприятиями по мере увеличения полноты насаждения, сомкнутости крон, доли участия в составе древостоя березы и массы листовного опада, уменьшается процент проективного покрытия и биомасса травяно-кустарничкового и мохового яруса (табл. 4,5). В кустарничковом ярусе лидирующее положение занимает *Vaccinium vitis-idaea*, в травяном *Rubus arcticus* и *Calamagrostis canescens*, в моховом ярусе преобладают *Dicranum*, *Pleurozium Schreberi*. В настоящее время распределение напочвенного покрова на участке носит мозаичный характер, большую часть площади занимает мертвый покров (полуразложившийся листовный опад).

**Изменение видового разнообразия напочвенного покрова в сосняке травяно-сфагновом  
под воздействием проведения различных мероприятий**

Виды	Контроль				Рубка				Удобрения				Рубка+Удобрения					
	1986		1989		2002		1986		1989		2002		1986		1989		2002	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1																		
	Кустарничково-травяной ярус																	
	<i>Виды олиготрофных болот</i>																	
<i>Chara</i>	10	5		20	30		15	10		15	10		15	10		15	10	
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	10	10	15	30	15	15	10	10		5	10		10	10		10	10	
<i>Oxycoccus palustris</i>	5			5	10		5											
<i>Eriophorum vaginatum</i>	5	10	+	+	5	10	5	15		+								
<i>Vaccinium uliginosum</i>				+			10			+								
<i>Ledum palustre</i>							10			+								
<i>Andromeda polifolia</i>				+						+						+		
	<i>Лигрофильные и гидрофильные виды мезотрофных и евтрофных болот</i>																	
<i>Calamagrostis canescens</i>	5	15		10	5		15	+		5	+		30	20		5		
<i>Carex lasiocarpa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+		+		
<i>Comarum palustre</i>	5	+	+	+			5	+						5				
<i>Equisetum fluviatile</i>																		
<i>Naumburgia thyrsiflora</i>	+	+	+	+			+			+								
<i>Epilobium flustre</i>	+																	
	<i>Мезофильные и мезогидрофильные виды мезотрофных и евтрофных болот</i>																	
<i>Salix myrtilloides</i>	5																	
<i>Carex dioica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+		+		
<i>Dryopteris cristata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+		15	+		+		40
<i>Rubus arcticum</i>	20	10	5	20	10	5	15	10		10	10		30	25		5		
<i>Stellaria nemorum</i>																		
<i>Melampyrum silvaticum</i>	+	5		+	5	+	+	5		+	+		+	+		+		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Мезотрофные лесные виды</i>												
<i>Cladonia angustifolium</i>	+	10	+	+	+			+	+	5	15	+
<i>Mianthemum bifolium</i>							+		+			
<i>Monesit uniflora</i>	+			+				+				
<i>Pyrola rotundifolia</i>	+			+			5	+				
<i>Solidago virgaurea</i>			+									
<i>Trientalis europaea</i>	5	5	5	+	+	5	+	5	10	5	5	5
<i>Lycopodium annotinum</i>	5	+	5	+		5						
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>									+			+
<i>Rubus idaeus</i>												+
<i>Oxalis acetosella</i>												+
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	5	+	15			15		5	10	5	10	10
<i>Vaccinium myrtillus</i>	20	16	15	18	13	12	16	17	17	16	13	18
Общее покрытие кустарничково-травяного яруса	80	75	60	85	75	70	75	75	75	100	100	70
Моховой ярус												
<i>Мхи oligотрофных болот</i>												
<i>Sphagnum angustifolium</i>	25	20	15	40	40	35	20	15	+	5	+	+
<i>S. peyogevum</i>	25	15	15	20	20	15	20	15	5	5	5	5
<i>Лесные мхи</i>												
<i>Dicranum polysetum</i>	10	5	10	10	10	10	15	25	30	10	15	35
<i>Hylacomium splendens</i>		+	5			5	+	5	10	10	10	10
<i>Pleurozium schreberi</i>	10	5	10	10	10	10	10	10	10	30	30	10
<i>Polytrichum commune</i>	+	5	10	5	5	10	5	5	5	10	10	10
<i>Rhizidiadelphus squarrosus</i>			+	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Mnium cuspidatum</i>	5	+	5	5	5	5	5		5	5	5	10
<i>Rhizidium rugosum</i>			+			+			+		+	+
Общее покрытие мохового яруса	6 75	7 50	9 70	6 90	7 90	9 90	7 75	7 75	9 65	8 75	9 75	9 80

## Фитомасса напочвенного покрова, А, С, В, кг/га

Виды	Контроль			Рубка			Удобрения						Рубка+Удобрения				
	1986	1989	2003	1986	1989	2003	1986	1989	1986	1989	2003	1986	1989	2003	1986	1989	2003
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	13				
1																	
	Кустарничковый ярус																
<i>Смædarphe saluclata</i>	60,6	22,3	9,4	169,2	578,1	50,6	82,0	54,9	18,9			325,1	145,3				
<i>Охусоссуs palustris</i>	25,1	29,8	38,4	169,1	225,1	91,0	57,6	62,1	37,7			63,9	102,0				
<i>Andromeda polifolia</i>	0,6			6,4			2,8	26,5				0,6	0,8				
<i>Carex myrtilloides</i>	13,0							0,5				6,8					
<i>Vaccinium uliginosum</i>	14,3	61,8			21,4	52,3	22,1	98,4									
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	7,3	10,8	317,0			483,4		12,3	288,8			47,6	216,9	267,0			
<i>Vaccinium myrtillus</i>	12,8		21,5			48,4		34,0	73,4					84,7			
<i>Ledum palustre</i>						11,9											
Всего кустарничковый ярус	120,3	138,1	386,3	344,7	824,6	737,5	164,5	288,7	418,8			444,0	465,0	354,4			
	Травяной ярус																
<i>Chamaenerion andustifolium</i>		9,9		1,5								0,8					
<i>Rubus arcticus</i>	57,7	20,2	15,7	70,5	66,9	1,0	30,7	64,1	3,7			26,7	233,8	2,0			
<i>Calamagrostis canescens</i>	8,6	26,9	3,0	45,6	27,3	1,4	20,2	4,6	0,2			167,6	231,9	34,4			
<i>Comarum palustre</i>	4,3	0,7	3,9	2,3			4,7	6,9					40,2				
<i>Trisetalis europaea</i>	6,5	11,0	10,1	1,0	0,9	13,9	3,4	14,7	12,4			6,7	27,3	40,6			
<i>Carex lasiocarpa</i>	0	4,1		1,0	49,8	0,9						0,9	4,9	11,9			
<i>Melampyrum silvaticum</i>	0,4	10,0	3,7	0,4	5,2		0,6	6,9	2,0			0,6	6,0	4,0			
<i>Dryopteris cristata</i>	0,2		19,7		0,2	36,6			120,7			0,6	0,3	203,8			
<i>Eriophorum vaginatum</i>	7,1			7,1	2,8	1,4	2,1					10,8					
<i>Pyrola rotundifolia</i>				0,7				0,8									
<i>Naumburgia thyrsiflora</i>	4,3	4,8		1,2			0,9		0,3								2,8
<i>Lycopodium annotinum</i>	17,6	3,0	10,6	0,3		80,9											
<i>Monesia uniflora</i>	0,2			0,6			1,9					0,4					
<i>Peucedanum palustre</i>	0			0,2													
<i>Epilobium palustre</i>	1,2						0,3					0,2					

продолжение таблицы 5

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I												
<i>Equisetum palustre</i>				2,0								
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>												14,2
<i>Rubus idaeus</i>												4,2
Всего трав	108,1	90,6	67,4	133,7	156,6	136,1	64,8	98,8	139,3	375,3	883,5	328,4
Всего	228,4	228,7	453,7	478,4	981,2	873,6	229,3	387,5	558,1	819,3	1348,5	682,8
Моховой ярус												
Сфагнумы												
<i>Sphagnum angustifolium</i>	126,4	125,2	171,4	601,3	578,7	602,8	64,7	121,6	144,9	10,9	24,4	66,9
<i>Sphagnum nemoreum</i>	184,5	72,3	151,1	267,6	259,9	304,1	71,7	103,4	131,3	19,5	24,3	77,4
Всего сфагнумов	310,9	197,5	322,5	868,9	838,6	906,9	136,4	225,0	276,2	30,4	48,7	144,3
Зеленые мхи												
<i>Dicranum polysetum</i>	27,9	20,4	214,2	90,2	102,4	274,2	83,3	101,3	500,2	91,6	129,1	670,2
<i>Pleurozium Schreberi</i>	87,9	54,4	89,6	180,0	542,5	159,9	130,4	162,5	194,6	108,1	200,2	194,9
<i>Polytrichum commune</i>	3,4		4,9	49,8		128,3	0,1		79,7	2,8		82,9
<i>Aulacomnium palustre</i>	5,1		66,1			27,6	6,9					116,7
<i>Cladonia sylvatica</i>	2,8	24,8	5,4	24,5	65,8	6,6	7,5	28,2		30,1	9,8	7,7
Всего зеленых мхов	127,1	99,6	380,2	344,5	710,7	596,6	228,2	292,0	724,5	232,6	339,1	1072,4
Итого мхов	438,0	297,1	702,7	1213,4	1549,3	1503,5	364,6	517,0	1000,7	263,0	387,8	1216,7
Итого напочвенного покрова	666,4	525,8	1156,4	1691,8	2530,5	2377,1	593,9	904,5	1558,8	1082,3	1736,3	1899,5

Ухудшение водно-воздушного режима корнеобитаемого слоя почвы, уменьшение конкуренции за элементы питания, изменение условий освещенности в результате вырубki березы оказало большое влияние на развитие напочвенного покрова. На четвертый год после проведения рубки резко увеличилось обилие, проективное покрытие и биомасса кустарничков (см. табл. 4,5), особенно разрослись *Chamaedaphne calyculata* и *Oxycoccus palustris*, чему способствовало поднятие уровня почвенно-грунтовых вод за счет уменьшения транспирации. Биомасса и видовое разнообразие трав за это время изменились незначительно, отмечено некоторое увеличение показателей у *Rubus arcticus* и *Calamagrostis canescens*. Но более всего изменение условий отразилось на развитии мохового яруса, процент проективного покрытия и биомасса как сфагнумов, так и зеленых мхов увеличились почти в три раза. В последующие три года биомасса и процент проективного покрытия трав и кустарничков увеличивается в основном за счет ранее описанных видов. Фитомасса сфагнумов остается на том же уровне, а зеленых мхов увеличивается больше чем в два раза, за счет разрастания *Pleurozium Schreberi*.

К настоящему времени, т.е. за 14 лет, ситуация резко изменилась, проективное покрытие и биомасса *Chamaedaphne calyculata* и *Oxycoccus palustris* уменьшилась в 3–10 раз, обильно разрослись *Vaccinium vitis-idaea* и *Vaccinium myrtillus*. В моховом покрове преобладают: *Dicranum*, *Pleurozium Schreberi*, общая биомасса мхов увеличилась в 1,5 раза, при этом масса сфагновых мхов не меняется.

Внесение минеральных удобрений улучшает пищевой режим, при этом в первые годы после подкормки условия освещенности и водно-воздушного режима верхнего слоя почвы практически идентичны условиям произрастания контрольного насаждения, что отражается на процессе формирования ярусов напочвенного покрова. Процент проективного покрытия и фитомасса травяно-кустарничкового яруса на удобренном участке и в контрольном насаждении почти равны, при этом отмечено небольшое увеличение роли кустарничков (за счет тех же видов) и уменьшения травянистой растительности (*Rubus arcticum*). Заметно уменьшается обилие и фитомасса сфагновых мхов (в 2,3 раза), за счет вымирания некоторых видов, и увеличение (в 1,8 раза) процента проективного покрытия и фитомассы зеленых мхов (в основном за счет *Pleurozium Schreberi*). В последующие три года на удобренном участке разрастаются *Chamaedaphne calyculata*, *Vaccinium vitis-idaea* появляется *Vaccinium myrtillus*, фитомасса кустарничков увеличивается. Наблюдается небольшое увеличение массы трав, за счет *Rubus arcticum* и *Trientalis europaea*. Несколько увеличивается масса сфагнумов и зеленых мхов.

За последние 14 лет и на этом варианте в напочвенном покрове произошли существенные изменения. В кустарничковом ярусе преобладают *Vaccin-*

*ium vitis-idaea* и *Vaccinium myrtillus*, участие *Chamaedaphne calyculata* и *Охуссоцсус palustris* сократилось в 2–3 раза. В травяном покрове лидирующее положение занял *Dryopteris cristata*, Биомасса травяно-кустарничкового яруса, за это время, увеличилась в 2,5 раза. В моховом покрове преобладают *Dicranum* и *Pleurozium Schreberi*, несколько увеличилась масса сфагнумов, в целом же биомасса мохового яруса увеличилась в 2,5 раза (см. табл. 4,5).

Наиболее существенные изменения условий местопроизрастания в осушенном сосняке травяно-сфагновом происходят при проведении комплекса лесохозяйственных мероприятий (рубка и внесение минеральных удобрений), что оказывает влияние на процесс формирования напочвенного покрова. Уже на второй год после проведения мероприятий наблюдается бурное разрастание светолюбивых растений, таких как: *Chamaedaphne calyculata*, *Rubus arcticum*, *Vaccinium myrtillus*, *Calamagrostis canescens*, *Trientalis europaea*, *Carex viganata*, *C. pallescens*. Появляются виды требовательные к богатству почв *Chamaenerion angustifolium*, *Athyrium filix-femina*. Биомасса травяно-кустарничкового яруса увеличивается по сравнению с контролем в 3,6 раза. Тогда как проективное покрытие и фитомасса сфагнумов сокращается более чем в 10 раз, сказывается угнетающее влияние внесения минеральных удобрений, а зеленых мхов увеличивается в два раза.

В последующие годы отмечена смена лидеров в кустарничковом ярусе, полностью исчезли *Chamaedaphne calyculata* и *Охуссоцсус palustris*, обильно разрослись *Vaccinium vitis-idaea* и *Vaccinium myrtillus*, биомасса несколько уменьшилась.

В травяном покрове в течении 7 лет наблюдалось разрастание *Chamaenerion angustifolium*, *Rubus arcticum*, *Calamagrostis canescens*. Как показал последний учет, по мере увеличения густоты, высоты и сомкнутости подроста, состоящего из березы и подлеска, из крушины и ивы ( за время наблюдений в 5<sup>м</sup>6 раз), ухудшения условий освещения проективное покрытие *Chamaenerion angustifolium*, *Rubus arcticum*, *Calamagrostis canescens* уменьшилось в 5<sup>м</sup>6 раз, а их биомасса в 8–30 раз. В травяном покрове преобладают: *Dryopteris cristata* и *Trientalis europaea*. Масса трав уменьшилась в 2,7 раза.

В моховом покрове тоже произошли большие изменения, несколько увеличилась биомасса сфагновых мхов, но по сравнению с контролем она всеравно остается меньше в 2,2 раза, наблюдается обильное разрастание *Dicranum*, *Pleurozium Schreberi* и гипновых мхов. В целом за время наблюдений масса мхов увеличилась в 4,6 раза, а биомасса напочвенного покрова в 1,8 раза (см. табл. 4,5).

На момент закладки опыта под пологом сосняка травяно-сфагнового насчитывалось подрост сосны от 2,5 до 4,6 тыс. шт/га высотой около метра, в том числе появившегося после осушения от 1,4 до 2,7 тыс. шт/га (табл. 6). Подрост ели появился после осушения, его количество составляло 380–630 шт/га, высотой 0,3 метра. Больше всего под пологом было подрост березы, от 4,1 до

6,4 тыс. шт/га. Проведение мероприятий оказало существенное влияние на количество и состояние подроста. В настоящее время под пологом насаждениях во всех вариантах опыта практически отсутствует подрост сосны (табл. 7). На вариантах где были проведены рубки он частично перешел в состав верхнего полога, в основном это подрост появившийся после осушения, а подрост старшего поколения, имевшийся под пологом на момент осушения, погиб из-за резкого изменения светового режима после выборки всей березы. В насаждениях непройденных рубкой, по мере увеличения полноты древостоев, сомкнутости крон и ухудшения условий освещенности и питания, подрост всех поколений погиб. Хотя, как показали промежуточные учеты, в семенные годы под пологом появлялось большое количество самосева сосны (до 10–15 тыс. шт/га), но через год-два он погибал. Отсутствие соснового подроста, появившегося после рубки, в насаждениях пройденных рубкой, можно объяснить появлением мощного напочвенного покрова, разившегося сразу же после проведения рубки.

**Т а б л и ц а 6**  
**Густота и средняя высота подроста в сосняке травяно-сфагновом в год закладки опыта, шт/га**

Вариант опыта	Сосна			Ель			Береза
	до осушения	после осушения	Всего	до осушения	после осушения	Всего	Всего
Контроль	925	1375	2300	10	375	385	6450
Рубка	1310	2400	3710	45	330	375	4090
Удобрения	1925	2710	4635	35	635	670	5925
Рубка+ удобрения	1310	1900	3210	30	380	410	5205

**Т а б л и ц а 7**  
**Густота и средняя высота подроста в сосняке травяно-сфагновом через 16 лет**

Вариант опыта	Сосна			Ель				Береза
	до 16 лет	17–28 лет	Всего	до 16 лет	17–28 лет	>28 лет	Всего	Всего
Контроль	$\frac{1350*}{0,15}$	$\frac{20}{5,4}$	$\frac{1370}{0,25}$	$\frac{580}{0,3}$	$\frac{420}{1,9}$	$\frac{8}{2,5}$	$\frac{1020}{1,0}$	$\frac{3260}{1,1}$
Рубка	$\frac{70}{0,4}$	$\frac{35}{4,4}$	$\frac{105}{1,6}$	$\frac{320}{1,2}$	$\frac{160}{3,2}$	$\frac{35}{2,5}$	$\frac{515}{1,8}$	$\frac{18930}{2,1}$
Удобрения	$\frac{150}{0,3}$		$\frac{150}{0,3}$	$\frac{450}{0,9}$	$\frac{545}{2,3}$	$\frac{30}{2,5}$	$\frac{1025}{1,6}$	$\frac{3400}{1,5}$
Рубка+ удобрения		$\frac{5}{3,5}$	$\frac{5}{3,5}$	$\frac{250}{1,0}$	$\frac{160}{3,2}$		$\frac{415}{1,8}$	$\frac{22950}{1,4}$

в числителе – количество, шт/га;

в знаменателе – средняя высота в метрах.



За прошедшие 16 лет под пологом древостоев появилось от 300 до 600 шт/га подроста ели, причем количество её на вариантах непройденных рубкой почти в два раза больше чем в изреженных насаждениях. Средняя высота её в настоящий момент на контроле составляет 0,3 метра, на остальных вариантах около метра. Разницу в высотах ели между вариантами можно объяснить конкуренцией за питание. Часть подроста ели, имевшегося под пологом древостоя на момент проведения мероприятий, благодаря улучшению светового и пищевого режимов, достигла пересчетных размеров и перешла в состав верхнего полога, остальная перейдет в ближайшие 5–10 лет. Количество подроста березы под пологом нетронутых насаждений сократилось, он частично погиб не выдержав конкуренции за питание и свет, а на вариантах с проведением рубок густота подроста возросла в 3–4 раза, за счет улучшения светового режима и условий питания (см. табл. 6,7)

Под пологом насаждения в год закладки опыта имелось большое количество мелкого подлеска (крушина, ива), высотой 0,5–0,7 метра (табл.8). По мере увеличения сомкнуто с рубками наблюдался большой отпад растений подлеска и к настоящему времени его количество сократилось в 1,5–2,0 раза, он находится в угнетенном состоянии. В изреженном древостое количество растений подлеска увеличилось в 1,5 раза, а его средняя высота 2,0–2,2 метра. В удобренном изреженном насаждении количество растений подлеска увеличилось в 3 раза, а его средняя высота составляет 2,0–2,6 метра. Формирование в изреженных насаждениях, сразу же после проведения рубок мощного густого подлеска и яруса березового подроста оказало негативное влияние на появление самосева сосны и рост соснового подроста, сохранившегося после рубки, и создало благоприятные условия для роста елового подроста, состояние его хорошее.

Т а б л и ц а   8  
Густота и средняя высота подлеска

Вариант опыта	В год закладки			Через 16 лет		
	Крушина	Ива	Рябина	Крушина	Ива	Рябина
Контроль	<u>1250</u> 0,7	<u>280</u> 0,6	<u>40</u> 0,3	<u>860</u> 1,0	<u>85</u> 0,7	<u>80</u> 1,0
Рубка	<u>1370</u> 0,6	<u>320</u> 0,5		<u>2030</u> 2,0	<u>570</u> 2,2	
Удобрения	<u>1320</u> 0,7	<u>210</u> 0,5	<u>40</u> 0,5	<u>1180</u> 1,0	<u>15</u> 0,8	<u>50</u> 1,7
Рубка + удобрения	<u>1460</u> 0,6	<u>260</u> 0,5		<u>5000</u> 2,9	<u>350</u> 2,6	

Исследованиями было установлено, что на проведение любых лесохозяйственных мероприятий, будь то рубка или внесение минеральных удобрений, или комплекс мероприятий, в первую очередь реагирует ассимиляционный аппарат сосны. Степень реакции зависит от вида проведенного мероприятия и возраста деревьев, при равных почвенных условиях. В первые три года после вырубki березы у сосны старшего поколения наблюдалось уменьшение длины и массы 100 пар хвоинок. В последующем морфологические параметры хвои сосны старшего поколения в изреженном древостое постепенно увеличиваются, и как показали измерения, на 15 год после проведения рубки они на 10–15% больше, чем у сосны в насаждении непройденном рубкой (табл. 9). Морфологические параметры сосны молодого поколения на варианте с полной выборкой березы увеличиваются уже на второй год на 8–10% и эта разница сохраняется и через пятнадцать лет. Внесение минеральных удобрений в неизреженном насаждении привело к повышению морфологических характеристик фотосинтетического аппарата сосны всех поколений уже в первые годы на 10–19%, в сравнении с контролем, а комплексное воздействие рубок и удобрений увеличило параметры сосны более существенно – на 20–44%. Реакция деревьев молодого поколения сосны на проведение лесохозяйственных мероприятий значительнее, чем у деревьев старшего возраста.

Т а б л и ц а 9

**Изменение морфологических параметров хвои сосны в связи с проведением комплекса лесохозяйственных мероприятий осушенном сосняке травяно-сфагновом**

Вариант опыта	до проведения опыта		через 3 года		через 15 лет	
	Длина хвои, см	Масса 100 пар хвоинок, г	Длина хвои, см	Масса 100 пар хвоинок, г	Длина хвои, см	Масса 100 пар хвоинок, г
<i>Деревья в возрасте 50-80 лет</i>						
Контроль	5,64	5,90	5,09	3,68	5,09	4,46
Рубка	5,81	5,91	5,09	4,05	5,33	4,82
Удобрения	5,84	5,74	6,06	3,99	6,49	5,26
Рубка + удобрения	5,64	5,99	6,27	5,28	6,53	5,28
<i>Деревья в возрасте 90-130 лет</i>						
Контроль	6,03	7,63	5,39	4,60	5,44	4,06
Рубка	5,98	6,84	5,14	3,88	6,16	4,70
Удобрения	5,96	7,31	6,46	5,42	5,93	4,32
Рубка + удобрения	5,60	6,71	6,49	5,97	6,28	4,90

Замеры морфологических параметров хвои сосны выполненные через 15 лет показали, что в настоящее время они выше на опытных участках, чем в контрольном насаждении. Разница зависит от возраста деревьев и вида проведенного мероприятия, но больше всего в изреженном древостое с внесением минеральных удобрений, что позволяет сделать вывод, срок действия внесения минеральных удобрений в осушенном сосняке травяно-сфагновом пройденном рубкой, произрастающем на обедненной низинной торфяной почве, больше 15 лет.

Изменение светового режима, почвенных условия, параметров фотосинтетического аппарата после проведения рубок и внесения минеральных удобрений оказало влияние на прирост деревьев в высоту, по диаметру и объему. Причем, значение проведенных лесохозяйственных мероприятий не равнозначно и зависит от породы деревьев, а также возраста их на момент опыта. Изучение хода роста модельных деревьев показало, что сосна на всем опытном участке до проведения лесохозяйственных мероприятии росла в одинаковых условиях, в приростах по высоте и диаметру у сосны одинакового возраста, как за период до осушения, так и после его проведения различий почти нет (табл. 10). Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что полная вырубка березы не оказывает существенного влияния на прирост сосны в высоту. Увеличение приростов в высоту у сосны всех поколений за весь период наблюдений, по сравнению с контролем, незначительное (см. табл. 10). У сосны младшего поколения (до 80 лет) в первые пять лет после рубки отмечено даже уменьшение приростов в высоту, что можно объяснить резким изменением светового режима и ей потребовалось время для перестройки ассимиляционного аппарата, затем они несколько увеличились. На снижение приростов у сосны подчиненного полога в первые годы после рубки обратили внимание и другие исследователи (23, 24).

Внесение минеральных удобрений оказало положительное влияние на приросты сосны в высоту, особенно у сосны в возрасте 90–130 лет. В целом за весь период наблюдений, при проведении данного мероприятия, прирост сосны младшего поколения (до 80 лет) увеличился на 8,6%, а сосны в возрасте 90–130 лет – на 14,3% (см. табл. 10). Максимум приростов сосны всех возрастов в высоту на варианте с внесением минеральных удобрений наблюдался в первое пятилетие после проведения мероприятия. Это можно объяснить тем, что береза, произрастающая в большом количестве, перехватывает основную массу вносимых элементов питания и они выбывают из биологического круговорота питательных элементов. Ранее проведенными исследованиями (16, 20) было установлено, что интенсивность транспирации в течение

ние всего вегетационного сезона у березы в 1,5–2,0 раза выше, чем у сосны и характеризуется большой интенсивностью поглощения элементов питания из почвы. Береза может быть опасным конкурентом в соревновании за пищевые ресурсы среды, она при равном участии в составе (5Б5С) в 12,8 раза активнее поглощала меченный фосфор. Так же было установлено, что береза на протяжении всего вегетационного периода накапливает значительно больше N, P, Ca и K, чем сосна. На производство одного килограмма биомассы береза затрачивает питательных веществ почти в два раза больше, чем сосна.

Т а б л и ц а 1 0  
**Среднегодовые и среднепериодические (по пятилетиям) приросты по высоте сосны разного возраста в сосняке травяно-сфагновом по опытным вариантам, см в год**

Годы	Варианты опыта							
	Контроль		Рубка		Удобрения		Рубка+ удобрения	
	До 80 лет	90–130 лет	До 80 лет	90–130 лет	До 80 лет	90–130 лет	До 80 лет	90–130 лет
1985	34,0	39,3	33,0	38,3	47,7	43,0	33,2	31,8
1986	33,7	28,7	30,7	34,7	37,0	45,0	35,8	32,0
1987	36,7	38,7	34,3	35,3	40,0	43,3	39,6	34,8
1988	31,7	29,3	33,7	28,7	36,3	38,0	37,6	35,8
1989	40,7	36,7	40,3	40,7	42,0	43,0	46,0	49,0
Средний	35,3	34,5	34,4	35,5	40,6	42,5	38,4	36,7
% увеличения	100,0	100,0	97,5	102,9	115,0	123,2	108,8	106,2
1990	31,7	38,3	37,7	35,3	38,7	39,8	42,6	47,5
1991	40,0	37,3	37,0	37,5	40,0	41,0	45,8	45,3
1992	35,7	35,7	33,7	37,7	35,0	41,0	38,8	44,0
1993	33,7	32,7	35,7	37,5	34,3	40,5	39,8	45,3
1994	29,7	33,3	31,5	33,6	31,3	30,8	33,0	39,3
Средний	34,2	35,5	35,1	36,3	35,9	38,6	40,0	44,3
% увеличения	100,0	100,0	102,8	102,3	105,0	108,7	115,8	114,7
1995	28,0	30,3	29,3	29,3	28,0	31,0	36,8	42,5
1996	29,3	29,3	27,7	24,3	25,0	33,0	35,6	36,0
1997	21,0	22,3	25,7	24,5	23,7	26,3	26,6	31,0
1998	28,7	27,3	28,7	32,7	30,3	31,0	34,2	40,3
1999	19,0	20,7	22,0	24,0	21,0	22,0	23,2	30,3
2000	21,0	23,7	30,0	32,7	27,7	27,8	32,6	36,0
Средний	24,5	25,6	27,2	27,9	26,0	28,5	31,5	36,0
% увеличения	100,0	100,0	111,2	109,0	105,9	116,4	128,6	140,7
Средний за 16 лет	30,9	31,5	31,9	33,0	34,2	36,0	36,3	38,8
% увеличения	100,0	100,0	103,3	104,7	110,6	114,3	117,5	123,2

Наиболее результативным было проведение комплекса лесохозяйственных мероприятий (внесение минеральных удобрений в изреженном древостое). Увеличение прироста в высоту у сосны в возрасте до 80 лет за 16 лет составило 15,2%, а сосны в возрасте 90–130 лет – 23,2% (см. табл. 10). Минимальную реакцию в первое пятилетие, можно объяснить резким изменением светового режима после выборки всей березы, и адаптацией сосны к изменившимся условиям. Максимум приростов в высоту у сосны на данном варианте опыта наблюдался в третьем пятилетии, что подтверждает вывод о том, что длительность положительного влияния проведения комплекса лесохозяйственных мероприятий в данных условиях произрастания больше 16 лет. В работах шведских и финских авторов указывается на положительное воздействие на рост осушенных сосновых древостоев на переходных торфах фосфорно-калийных удобрений в течение 15–20 лет.

Наибольшее увеличение приростов сосны по радиусу, в первые 10 лет после осушения, на всех вариантах отмечено у деревьев в возрасте до 80 лет, в 4,2–5,5 раза, тогда как у деревьев старше 130 только в 2,7–2,9 раза (табл. 11). В последующие 16 лет на контрольном варианте у сосны в возрасте до 80 лет наблюдалось постепенное уменьшение приростов по радиусу. У сосны в возрасте старше 90 лет прирост по радиусу увеличивался ещё в течении 5 лет, последующие 5 лет он оставался примерно на том уровне, затем снижается.

Проведение комплекса лесохозяйственных мероприятий не однозначно отразилось на увеличении приростов по радиусу у деревьев разного возраста. Изреживание древостоя (выборка всей березы) привела к незначительному увеличению прироста по радиусу у сосны в возрасте до 130 лет, на 7–13% в среднем за 16 лет, у сосны в возрасте старше 130 лет, особенно в первые пять, отмечено уменьшение приростов по радиусу. Внесение минеральных удобрений также по разному действовало на приросты по радиусу сосны разного возраста. В среднепериодический прирост по радиусу за 16 лет у сосны в возрасте до 80 лет увеличился на 26,2%, 90–130 лет – 12,6%, старше 130 лет – 2,3%. Проведение комплекса мероприятий (рубка + удобрения) наиболее существенно повлияло на приросты по радиусу. Увеличение составило у деревьев сосны в возрасте до 80 лет – 48,6%, 90–130 лет – 20,0%, старше 130 лет – 7,1%. При этом следует отметить, что на удобренных вариантах прирост по радиусу у сосны в возрасте до 130 лет и в третьем пятилетии, выше чем в контрольном насаждении. Это ещё раз подтверждает вывод о том, что срок действия минеральной подкормки в данных условиях более 16 лет. В абсолютных значениях наибольшие приросты по радиусу отмечены у сосны в возрасте

90–130 лет на всех вариантах опыта. Скорее всего это связано с тем, что деревья этого возраста преобладают в составе насаждения и занимают господствующее положение, сосна младшего возраста в основном находится под пологом, в подчиненном ярусе, а деревья старше 130 лет не обладают эластичностью корневых систем и не могут приспособиться к изменившимся условиям. Ранее проведенными исследованиями (11) было установлено, что деревья находящиеся в угнетении и имеющие недостаточно развитые кроны, независимо от возраста, очень слабо реагируют на внесение минеральных удобрений.

**Т а б л и ц а 11**  
**Среднегодовые и среднепериодические (по пятилетиям) приросты по радиусу сосны разного возраста в сосняке травяно-сфагновом по опытным вариантам, мм в год**

Годы	Варианты опыта							
	Контроль		Рубка		Удобрения		Рубка+ удобрения	
	До 80 лет	90–130 лет	До 80 лет	90–130 лет	До 80 лет	90–130 лет	До 80 лет	90–130 лет
1985	1,20	1,41	1,77	1,65	1,13	1,43	1,94	1,57
1986	1,40	1,72	1,84	1,98	1,64	1,59	1,96	1,81
1987	1,15	1,24	1,55	1,33	1,48	1,57	2,17	1,55
1988	1,34	1,58	1,33	1,81	1,71	1,84	2,16	1,78
1989	1,33	1,69	1,35	2,01	1,67	1,63	2,00	2,06
Средний	1,28	1,53	1,57	1,76	1,53	1,61	2,05	1,75
% увеличения	100,0	100,0	122,1	114,9	118,8	105,5	159,3	114,8
1990	1,20	1,67	1,33	1,91	1,47	1,88	1,50	1,86
1991	1,05	1,53	1,25	1,63	1,29	1,70	1,45	1,81
1992	1,00	1,57	1,02	1,53	1,46	1,76	1,48	1,81
1993	0,83	1,33	0,91	1,44	1,33	1,59	1,23	1,73
1994	0,84	1,39	0,85	1,32	1,13	1,54		1,94
Средний	0,98	1,50	1,07	1,57	1,34	1,69	1,42	1,83
% увеличения	100,0	100,0	108,9	104,5	135,8	113,1	144,5	122,2
1995	0,64	0,95	0,81	0,73	1,05	1,02	1,05	1,16
1996	0,58	0,71	0,62	0,80	0,73	0,80	0,76	0,79
1997	0,66	0,91	0,62	0,99	0,96	1,10	0,71	1,23
1998	0,65	0,95	0,61	1,03	0,61	1,34	0,91	1,24
1999	0,65	0,94	0,68	0,93	0,68	1,16	0,84	1,47
2000	0,81	1,25	0,78	1,27	1,00	1,62	1,07	1,24
Средний	0,67	0,95	0,69	0,96	0,84	1,17	0,89	1,19
% увеличения	100,0	100,0	103,3	100,7	126,1	123,3	133,8	124,9
Средний за 16 лет	0,98	1,33	1,11	1,43	1,23	1,49	1,45	1,59
% увеличения	100,0	100,0	113,4	107,6	126,2	112,6	148,6	120,0

Как показал анализ хода роста модельных деревьев, под влиянием внесения минеральных удобрений в насаждении не пройденном рубкой произошло увеличение приростов у березы в высоту и по диаметру, в среднем за весь период наблюдений – в высоту на 17,6% (максимальное увеличение во втором пятилетии), по диаметру на 14,7% (максимальное увеличение в третьем), по сравнению с контролем (табл. 12).

Т а б л и ц а 12

**Изменение среднепериодического прироста березы по высоте и диаметру в осушенном сосняке травяно-сфагновом под влиянием внесения удобрений**

Варианты	Годы			
	1985-1989	1990-1994	1995-2000	Среднее
Среднепериодический прирост по высоте, см				
Контроль	34,0	34,0	21,7	29,9
Удобрения	38,0	44,0	24,2	35,4
% увеличения	111,8	129,4	111,5	117,6
Среднепериодический прирост по диаметру, мм				
Контроль	3,34	2,5	1,62	2,49
Удобрения	3,6	2,7	2,08	2,79
% увеличения	107,8	108,0	128,4	114,7

Изменение водно-воздушного и пищевого режимов в результате проведения гидролесомелиоративных работ оказывает большое влияние на формирование сосняка травяно-сфагнового. Как показали проведенные учеты, в осушенном насаждении в первые годы после проведения работ увеличивается густота (см. табл. 1). Количество стволов сосны возрастает незначительно, на 5%, а березы почти в два раза, за счет перехода в переречетную часть подроста, имевшегося под пологом на момент осушения. В составе древостоя увеличивается доля участия березы. По мере сомкнутости верхнего полога, увеличения полноты, начинается изреживание древостоя. Особенно уменьшается число стволов сосны, так как береза оказывает на неё отрицательное влияние. Анализ данных перече́та сухостоя и его возраст, показал, что в отпад идет сосна всех поколений, в первую очередь находящаяся под пологом сосна молодого поколения и старая сосна, несумевшая приспособиться к новым условиям.

В результате выборки всей березы на опытном участке улучшается световой режим, ослабевает конкуренция за питательные вещества, создаются благоприятные условия для роста соснового подроста, имевшегося под пологом. В насаждении пройденном рубкой в первые годы густота возрастает, за счет перехода в переречетную часть соснового подроста (см. табл. 1). В последующий период общая густота про-

должна увеличиваться, за счет березы и ели, береза и ель из подроста достигают перечетных размеров и выходят в состав верхнего полога. Количество стволов сосны несколько снижается, отпад наблюдается у сосны всех поколений.

На варианте с внесением минеральных удобрений в неизреженном насаждении густота в первые годы несколько увеличивается за счет березы, тогда как количество стволов сосны уменьшается (см. табл. 1). Доля участия березы в составе древостоя увеличивается, она занимает лидирующее положение и оказывает угнетающее влияние на сосну. В последующий период общая густота насаждения снижается, в отпад идет сосна всех поколений, тогда как число стволов березы не меняется.

Проведение рубки и внесение минеральных удобрений оказали положительное влияние на рост подроста, имевшегося под пологом на момент проведения мероприятий. Уже в первые годы увеличивается густота сосны верхнего полога за счет соснового подроста (см. табл. 1). Через 10–15 лет после проведения комплекса мероприятий, подрост ели, имевшийся под пологом в начале проведения опытных мероприятий, достигает высоты верхнего полога и начинает принимать в нем участие, количество стволов ели в составе насаждения увеличивается. Общая густота насаждения возрастает, при этом наблюдается уменьшение количества стволов сосны, которое идет в основном за счет молодого поколения, причина отпада, повреждение лосями.

Изменение приростов деревьев в высоту и по диаметру, густоты и состава древостоев в процессе проведения мероприятий оказало большое влияние и на продуктивность насаждений. Характер текущего среднепериодического изменения запасов зависел от вида выполненного мероприятия. В осушенном насаждении в первые годы наблюдений накопление запасов идет в основном за счет березы, что нашло отражение в увеличении доли её участия в составе древостоя. В последующие годы ежегодный текущий прирост уменьшается, у сосны на 12%, у березы на 36% (табл. 13). Если тенденция изменения запасов не изменится, то можно предположить, что в данном насаждении будет происходить изменение состава древостоя, увеличение доли участия сосны и уменьшения доли березы. Это объясняется тем, что береза в основном перестойная, возраст её более 80 лет, и её ежегодный прирост по запасу резко уменьшается, начинается отпад, а пополнения за счет подроста в ближайшее время происходить не будет, так как березовый подрост практически отсутствует (см. табл. 7).



Т а б л и ц а 13

**Текущее среднепериодическое изменение запасов насаждений сосняков  
травяно-сфагновых под влиянием осушения, рубки  
и внесения минеральных удобрений**

Вариант опыта	Порода	Текущее среднепериодическое изменение запасов, м <sup>3</sup> /га в год		
		за период между наблюдениями		за весь период наблюдений 16 лет
		6 лет	10 лет	
Контроль	Сосна	2,61	2,31	2,44
	Береза	3,06	1,95	2,37
	Ель	0,01	0,05	0,03
	ИТОГО	5,68	4,31	4,84
Рубка	Сосна	3,67	4,34	4,02
	Береза	0,01	0,26	0,17
	Ель	0,02	0,24	0,12
	ИТОГО	3,70	4,84	4,31
Удобрения	Сосна	2,90	2,60	2,71
	Береза	3,82	2,24	2,83
	Ель	0,00	0,14	0,09
	ИТОГО	6,72	4,98	5,63
Рубка + удобрения	Сосна	4,58	4,83	4,74
	Береза	0,02	0,01	0,01
	Ель	0,02	0,48	0,31
	ИТОГО	4,62	5,32	5,06

В насаждении, где была вырублена береза, ежегодное накопление запаса идет за счет более ценной в хозяйственном отношении сосны и темпы его постепенно увеличиваются. И в настоящее время хозяйственно-ценный прирост по запасу на данном варианте опыта больше чем в контрольном насаждении. Формируется сосновой древостой с небольшим участием в составе березы и ели, но так как береза сильно отстает в росте, то можно ожидать, что она в будущем конкуренции сосне не составит (см. табл. 1).

На варианте с внесением минеральных удобрений без рубки характер накопления запасов идентичен контролю, только увеличение запаса идет более быстрым темпом. Ежегодный прирост, за весь период наблюдений (16 лет), сосны по запасу увеличился на 0,27 м<sup>3</sup>/га, у березы на 0,46 м<sup>3</sup>/га, а в целом по насаждению увеличение составляет 0,73 м<sup>3</sup>/га (см. табл. 13).

Внесение минеральных удобрений в насаждении пройденном рубкой (выбрана вся береза) оказало большое положительное влияние на накопление запасов. Уже через шесть лет после проведения мероприятий ежегодный прирост по запасу на данном варианте был выше, чем в контрольном насаждении, и накопление запаса идет за счет хозяйственно-ценных пород - сосны и ели. За счет внесения минеральных удобрений, в сравне-

нии с насаждением пройденном рубкой без подкормки, получен дополнительный прирост за период наблюдений (16 лет)  $17 \text{ м}^3/\text{га}$  (см. табл. 1).

Полученные данные позволяют сделать вывод, что через 10–15 лет запасы древесины на варианте рубок и контроле сравняются, а на опытных участках с внесением минеральных удобрений будут намного выше, чем в контрольном насаждении.

Исходя из того что таксационная характеристика участков на начало опытных работ была примерно равна, то и фитомасса тоже приблизительно была равна. Проведение комплекса лесохозяйственных мероприятий в осушаемых сосняках травяно-сфагнового типа леса оказало большое влияние, как на общее количество надземной фитомассы в фитоценозах, так и на её структурный состав.

Согласно учета проведенного в 2000–2002 годах, на участке пройденном рубкой, где была выбрана вся береза и старая сосна, (42% общего запаса) фитомасса древостоя составляет 66,5% от фитомассы древостоя контрольного участка (табл. 14), это ещё раз подтверждает ранее приведенные данные об увеличении приростов сосны в высоту, по диаметру и объему после уборки березы.

На варианте с внесением минеральных удобрений, по сравнению с контролем, фитомасса увеличилась на 8,3%, в основном за счет массы стволов и кроны сосны.

На участке пройденном рубкой с внесением минеральных удобрений фитомасса древостоя составляет 79,5%, от фитомассы древостоя контроля, что значительно больше, чем на варианте пройденном только рубкой.

При этом отмечено повышение массы ассимиляционного аппарата на вариантах рубок (33,9–36,3% от общей фитомассы древостоя), по сравнению с вариантами непройденными рубками (30,3%), что обусловлено улучшением светового режима и несомненно оказывает положительное влияние на прирост насаждений по объему на этих участках.

Высокая полнота, большая сомкнутость крон на участках непройденных рубками оказывают отрицательное влияние на рост и развитие подроста, подлеска и напочвенного покрова, что сказывается и на их фитомассе. Фитомасса подроста и подлеска на этих участках составляет всего 1,8–2,2% от общей, а напочвенного покрова 1,0–1,1%, тогда как на участках с полной выборкой березы, соответственно, 10% и 1,7–2,4%. масса мертвой части кроны на всех вариантах примерно равна, тогда как масса сухостоя на участках, непройденных рубкой в 2,5 раза больше, чем на вариантах рубки (см. табл. 14). Это подтверждает ранее высказанное мнение о том что насаждения на участках без рубки достигли максимальной полноты и начинается усиленный отпад.

Т а б л и ц а 14

**Изменение фитомассы осушенных сосняков травяно-сфаговых  
под влиянием проведения лесохозяйственных мероприятий, ц/га А. С. В**

Фракции	Не пройден- ный рубкой	Пройден- ный рубкой	Не пройден- ный рубкой удобренный	Пройден- ный рубкой удобрен- ный
<b>Древостой</b>				
Стволы				
Сосна: древесина	455,4	588,9	525,0	663,2
кора	28,8	37,2	33,0	42,0
Береза: древесина	444,6	16,2	451,2	1,0
кора	66,6	2,4	67,2	0,2
Ель: древесина	2,3	9,1	5,7	18,7
кора	0,2	0,7	0,5	1,3
<b>Всего стволов</b>	<b>997,9</b>	<b>654,5</b>	<b>1082,6</b>	<b>726,4</b>
Крона:				
Сосна: древесина сучьев	54,7	73,2	55,4	83,3
кора сучьев	20,5	27,4	20,7	31,2
Береза: древесина сучьев	32,2	3,1	41,6	1,0
кора сучьев	12,2	1,2	15,3	0,4
Ель: древесина сучьев	0,8	4,1	3,0	16,0
кора сучьев	0,1	0,4	0,3	1,6
Годичные побеги: сосна	6,9	9,2	7,0	9,9
береза	2,2	0,2	2,7	0,1
ель	0,0	0,2	0,1	0,6
Хвоя: сосна	40,7	54,4	41,2	61,9
ель	1,1	5,2	3,8	20,3
Листья березы	14,9	1,4	18,6	0,3
Мертвая часть: сосна	21,7	24,8	24,0	33,1
береза	6,3	0,3	1,4	0,2
<b>Всего кроны</b>	<b>214,3</b>	<b>205,1</b>	<b>235,1</b>	<b>259,9</b>
Сухостой: сосна	48,9	23,0	44,2	24,2
береза	9,6	–	13,8	–
<b>ВСЕГО древостой</b>	<b>1270,7</b>	<b>882,6</b>	<b>1375,7</b>	<b>1010,5</b>
<b>Подрост и подрост</b>				
др-на стволиков и сучьев	11,5	65,8	16,5	73,3
кора стволиков и сучьев	3,5	18,8	4,2	21,6
Листья	0,9	8,3	1,1	9,0
Хвоя	2,0	3,0	5,2	2,8
Мертвая часть	5,8	4,3	3,7	6,8
<b>Всего подрост и подрост</b>	<b>23,7</b>	<b>100,2</b>	<b>30,7</b>	<b>113,5</b>
<b>Напочвенный покров</b>				
Кустарнички	3,9	7,4	4,2	3,5
Травы	1,7	1,4	1,4	3,3
Мхи	7,0	15,0	10,0	12,2
<b>Всего</b>	<b>12,6</b>	<b>23,8</b>	<b>15,6</b>	<b>19,0</b>
<b>ИТОГО надземная часть</b>	<b>1308,0</b>	<b>1006,6</b>	<b>1422,0</b>	<b>1143,0</b>
% к контролю	100,0	76,9	108,7	87,3
% к неудобренной рубке		100,0		111,4

## Выводы

Проведение лесохозяйственных мероприятий в осушенных сосняках травяно-сфагнового типа оказывает большое значение на ход роста и структуру насаждений:

1. В осушенном древостое полнота достигает предельных размеров (1,2 ед.), начинается резко уменьшаться число стволов, в основном в отпад идет сена, как молодая, так и старая, участие березы в составе возрастает.

2. В осушенном древостое пройденном рубкой (выбрана вся береза) густота сосны увеличивается, накопление запаса идет более высокими темпами, чем в насаждений нетронутым рубкой. Формируется хозяйственно-ценный сосновый древостой с участием ели.

3. В осушенном древостое после внесения минеральных удобрений значительно увеличился прирост сосны в высоту, по диаметру и объему. За время наблюдений получен дополнительный прирост 0, 73 м<sup>3</sup>/га в год. Под пологом формируется второй ярус из ели. В последние годы отмечено резкое падение приростов в высоту и по диаметру у березы, участие её в составе древостоя в ближайшие годы должно значительно уменьшится. Влияние внесения минеральных удобрений на приросты сосны уже не столь существенно.

4. В осушенном древостое, где была выбрана вся береза и внесены минеральные удобрения накопление запасов идет более высокими темпами, чем в осушенном и осушенном с выборкой березы, но несколько ниже, чем в осушенном с внесением удобрений. Формируется хозяйственно-ценное сосновое насаждение, под пологом которого много (около 0,5 тыс. шт/га) крупного елового подроста. Можно ожидать, что в ближайшие 10–15 лет запасы древостоя на этом варианте будут равны запасам осушенного древостоя, так как влияние внесения минеральных удобрений продолжается.

## Л и т е р а т у р а

1. Красильников Н.А. Основные подходы к разработке системы рубок на осушенных землях // Гидролесомелиорация: наука – производству. – Санкт-Петербург, 1996, С. 41–44.

2. Дружинин Н.А., Зеленко А.П., Шлёнкин Н.А. Реакция хвойных насаждений с разновозрастной структурой древостоя на осушение // Гидролесомелиорация: наука – производству. – Санкт-Петербург, 1996, С. 46–47.

3. Матюшкин В.А. Изменение густоты и породного состава сосновых насаждений в связи с осушением // Гидротехническая мелиорация земель, ведение лесного хозяйства и вопросы экологии. – Санкт-Петербург. 1997, С.57–59.

4. Столяров Д.П., Книзе А.А. О возрасте рубки осушенных древостоев // Лесохозяйственное использование осушенных земель. - Л., 1980, С.33–34.

5. Федюков В.И., Рубцов В.Г. Рубки ухода в осушенных ельниках // Лесное хозяйство. 1980, №3. С.24–26.

6. Медведева В.М. Формирование лесов на осушенных землях среднетаежной подзоны. – Петрозаводск, 1989, 168с.

7. Медведева В.М., Матюшкин В.А. Опыт реконструкции сосновых древостоев // Исследования по лесному болотоведению и мелиорации. – Петрозаводск, 1978, С.108–122.

8. Ионин И.В., Корчагина М.П., Егорова Н.В. К вопросу о составе и дозах минеральных удобрений при первичной подкормке культур сосны на осушенных почвах // Заболоченные лесные земли Северо-Запада СССР и их лесохозяйственное освоение. – Петрозаводск, 1981, С. 129–150.

9. Корчагина М.П. К оценке обеспечения элементами минерального питания сосняков на осушенных торфяных почвах / Исследование лесных почв Карелии. – Петрозаводск, 1987, С. 154–165.

10. Морозова Р.М., Медведева В.М., Ионин И.В., Матюшкин В.А., Корчагина М.П., Кукушкин Е.Н. Эффективность использования апатит-штафелитовой руды в лесных насаждениях // Болотные биогеоценозы и их изменение в результате антропогенного воздействия. Л., 1983, С.115–148.

11. Паавилайнен Э. Применение минеральных удобрений в лесу. – М., 1983, 96с.

12. Морозова Р. М. Лесные почвы Карелии. Л.,1991, 184 с.

13. Родин Л.Е., Ремизов Н.П., Базилевич Н.И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л., 1968, 140 с.

14. Поздняков Л.К., Протопопов В.В., Горбатенко В.М. Биологическая продуктивность лесов средней Сибири и Якутии. Красноярск, 1969, 155 с.

15. Залитис П.П. Гидрологический режим и продуктивность чистых сосновых и смешанных березово-сосновых лесов // Береза в сосняках. – Рига, 1989, С.29–40.

16. Мартинович Б.С., Кабашикова Г.И., Болотских Т.Н. Водный режим древесных растений в насаждениях различного состава // Межвидовые и внутривидовые отношения растений в искусственных фитоценозах. – Минск, 1987, С.16–30.

17. Матюшкин В.А., Горбунова Б.А. Влияние рубок на УГВ и температуру верхнего слоя почвы на осушенных землях // Тез. докл. конф. Вопросы экспериментальной ботаники и зоологии. – Петрозаводск, 1981, С.36–38.

18. 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, 1982, С. 146–155.

19. Загуральская Л.М. Влияние мелиорации на жизнедеятельность микроорганизмов // Изменение биологической активности торфяных почв под воздействием мелиорации. Л., 1982, С. 15–57.

20. Якушев Б.И. О механизме поглощения растениями элементов минеральной пищи из почвы // Эколого-физиологические основы взаимодействия растений в фитоценозах. Минск, 1976, С.117–123.

21. Рахтеенко И.Н., Мартинович Б.С., Крот Л.А., Кабашикова Г.И. Взаимоотношения древесных пород в чистых и смешанных насаждениях // Эколого-фи-

зиологические основы взаимодействия растений в фитоценозах. – Минск, 1976, С.23–94.

22. *Матюшкин В.А., Кузнецов О.Л.* Изменение напочвенного покрова в сосняке травяно-сфагновом под влиянием осушения и рубок//Исследования осушенных лесоболотных биоеценозов Карелии. – Петрозаводск, 1989, С.70–81.

23. *Сбоева Р.М., Михайлова З.Ф.* Особенности роста сосны в вегетационный период 1972 года // Тез. докл. Научная конф. биологов Карелии, посвященная 250-летию Академии наук СССР: Лесоводство, лесохимия, ботаника. – Петрозаводск, 1974, С.67–69.

24. *Бузыкин А.И., Пшеничникова Л.С.* Рубки ухода в сосново-лиственных молодняках Юго-Западного Приангарья//Формирование и продуктивность древостоев. – Новосибирск, 1981, С.91–116.