

УДК 630*385.1+630*547+630*52

ВАСИЛИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ МАТЮШКИН

младший научный сотрудник, главный инженер лесного хозяйства лаборатории лесоведения и лесоводства Института леса, Карельский научный центр РАН
matyush@krc.karelia.ru

СЕРГЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ МОШНИКОВ

кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории лесоведения и лесоводства Института леса, Карельский научный центр РАН
moshniks@krc.karelia.ru

ИВАН АНДРЕЕВИЧ БЕРДНИКОВ

младший научный сотрудник лаборатории лесоведения и лесоводства Института леса, Карельский научный центр РАН
forest@krc.karelia.ru

**ФОРМИРОВАНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ
СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ОСУШЕННЫХ БОЛОТАХ**

Установлена динамика изменения густоты, породного состава, продуктивности и типов леса насаждений, сформировавшихся на осушенных безлесных болотах с различной торфяной залежью. Изменения, происходящие в фитоценозах с увеличением их возраста, связаны с постепенным улучшением почвенных условий после осушения. Формирующиеся лесные фитоценозы активно участвуют в биологическом круговороте веществ, оказывая влияние на плодородие почв.

Ключевые слова: осушение, торфяная залежь, насаждение, продуктивность, класс бонитета лесорастительных условий, тип леса, опад, отпад

В Карелии осушено 300 тыс. га болот, из них 83 тыс. га передано под сельскохозяйственное пользование, около половины болот оставлено под естественное зарастание. Облесение болот происходит за счет окружающих стен леса, редкой древесной растительности и подроста хвойных пород разного возраста, имевшихся на болотах до осушения. В зависимости от сроков обсеменения и возраста подрост на осушенных болотах происходит формирование одновозрастных или разновозрастных насаждений разной густоты, сомкнутости и породного состава.

О естественном облесении болот за первые 5–10 лет после осушения имеется довольно обширная литература [6], [10], [11] и др. Ряд работ посвящен особенностям формирования насаждений в последующие 20–40 лет [1], [4], [9]. Данных же по дальнейшему ходу их роста, изменению густоты, породного состава и продуктивности нет.

Процесс появления древесной растительности и формирования в дальнейшем насаждений

на осушенных болотах имеет ряд отличий от суходолов. Данные, полученные в результате долговременных исследований хода роста насаждений, возникших на осушенных безлесных болотах, показали, что класс бонитета насаждений с увеличением возраста повышается. Об этом же свидетельствуют таксационные данные, полученные при повторных перерчетах, и сравнение классов бонитета насаждений, произрастающих в одинаковых лесорастительных условиях на объектах с различной давностью осушения. Эта особенность молодняков, формирующихся на осушенных болотах, связана с постепенным изменением экологических условий под влиянием осушения.

Установленная особенность роста насаждений, возникших на осушенных болотах, ставит лесоводов в затруднительное положение при выборе и проведении лесохозяйственных мероприятий. На минеральных почвах основой для назначения мероприятий по уходу за насаждениями и повышению их продуктивности служат

таблицы хода роста, составленные по классам бонитета [13]. В связи с этим было введено понятие «класс бонитета лесорастительных условий» [5], который определялся на основе наивысшего класса бонитета, достигаемого насаждениями, возникшими на осушенных безлесных болотах к 50-летнему возрасту, и составлены таблицы хода роста сосновых насаждений для трех классов бонитета (II, III, IV) южной зоны Карелии [7].

В ходе дальнейших наблюдений было выявлено, что класс бонитета насаждений, сформировавшихся на осушенных болотах, продолжает повышаться и после достижения ими возраста 50 лет. Поэтому для ведения лесного хозяйства на этих площадях, правильного и своевременного выбора и проведения тех или иных лесохозяйственных мероприятий необходимо накопление материалов исследований по изменению классов бонитета лесорастительных условий на осушенных торфяно-болотных почвах с различной торфяной залежью за более длительный срок.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И МЕТОДИКА

В качестве объектов исследований в Южной Карелии были выбраны три опытных участка

одновозрастных насаждений, возникших на интенсивно осушенных безлесных болотах с различными типами торфяной залежи.

Опытный участок № 1. Травяно-сфагновое болото со сложной переходно-низинной торфяной залежью, осушенное в 1930 году сетью неглубоких канав (0,7–0,8 м), расположенных через 40 метров друг от друга. Облесение произошло через 3–5 лет после осушения. Опытный участок заложен в 1973 году, к этому времени на осушенном болоте сформировался одновозрастной хвощово-папоротниковый березняк. Таксационная характеристика приводится в табл. 1.

Мощность торфяной залежи на момент закладки опыта составляла 0,5 м. Верхний слой – 0–22 см, торф переходный осоковый, степень разложения – 25 %, зольность – 6,2 %, ниже – низинный древесный торф, степень разложения – 30 %, зольность – 8,1 %. В напочвенном покрове преобладали: хвощ лесной и папоротники, встречались линнея, грушанка круглолистная, вейник, седмичник, поляника, марьяник. Общее проективное покрытие травяного яруса составляло 80 %. Моховой ярус был представлен плетурозием шребери, проективное покрытие – 20 %. Состояние осушительной сети за время наблюдений удовлетворительное.

Таблица 1

Изменение таксационной характеристики насаждений, сформировавшихся на осушенных болотах

№ участка	Породный состав	Возраст, лет	Средние		Густота, шт. га ⁻¹	Полнота		Запас, м ³ га ⁻¹	Класс бонитета	Тип леса
			высота, м	диаметр, см		абсолютная, м ² га ⁻¹	относительная			
1	3,0С7,0Б	40	14,5	13,6	2240	27,9	0,90	213	I,5	Березняк хвощово-папоротниковый*
	3,3С6,7Бед.Е	50	17,8	15,9	1750	33,3	1,00	286	I,2	Березняк разнотравный
	4,0С5,9Б0,1Е	65	22,2	20,0	1160	36,4	1,03	317	I,0	Сосняк разнотравно-кисличный
	5,6С4,1Б0,3Е	75	25,2	24,4	908	34,9	0,96	392	Ia,9	Сосняк разнотравно-кисличный
2	4,0С6,0Б	20	2,4	3,0	4180	3,0	0,51	8	IV,8	Сосняк чернично-кустарничковый
	4,3С5,7Б	35	8,2	8,2	2860	14,9	0,63	79	III,8	Сосняк черничный
	5,2С4,8Бед.Е	50	12,1	12,2	2030	20,5	0,71	122	III,3	Сосняк чернично-брусничный
	7,3С2,7Бед.Е	70	17,3	19,1	1386	26,5	0,81	212	II,9	Сосняк чернично-брусничный
3	10Сед.Б	20	2,1	3,6	3660	3,7	0,48	5	IV,9	Сосняк кустарничково-сфагновый
	10Сед.Б	35	6,3	7,6	2370	9,7	0,52	31	IV,6	Сосняк кустарничково-сфагновый
	10Сед.Б	50	9,5	12,0	1410	14,3	0,55	66	IV,2	Сосняк чернично-кустарничковый
	9,9С0,1Бед.Е	70	13,5	14,9	1222	17,6	0,58	115	IV,0	Сосняк чернично-кустарничковый

* Полное название типа леса – «Березняк хвощово-папоротниковый торфяный осушаемый», далее аналогично [8].

Опытный участок № 2. Чистое верхово-переходное болото, осушено в 1930 году осушителями глубиной 0,7–0,8 м, расстояние между ними – 40 метров. Через 5–7 лет после осушения на большей части болотного массива поселились береза и сосна, в центральной части болота облесение произошло только сосной. Опытный участок № 2 заложен в 1957 году ближе к опушке леса, где сформировалось сосново-березовое разновозрастное насаждение. Мощность торфяной залежи – 2,5 м. Верхний слой (0–30 см) сложен верховым магелланикум-торфом, степень разложения – 5–10 %, зольность – 2,2 %, ниже до глубины 1 м – сфагново-пушицевый переходный торф, степень разложения – 25–30 %, зольность – 4,2 %. Травяно-кустарничковый ярус был представлен: черникой, багульником, кассандрой, подбелом, карликовой березой, пушицей, степень проективного покрытия – 70 %. В моховом покрове преобладали: политрихум стриктум и плеурозиум шребери, встречались сфагнумы, лишайники. Степень проективного покрытия – 60 %. Состояние осушительной сети за время наблюдений удовлетворительное.

Опытный участок № 3. Заложен в 1957 году на том же болотном массиве, в 200 метрах от участка № 2, в той части болота, где сформировалось разновозрастное сосновое насаждение (табл. 1). Мощность торфяной залежи – 3,0 м. Верхний слой (0–70 см) сложен верховым магелланикум-торфом, степень разложения – 5–10 %, зольность – 2,2 %, ниже до глубины 1 м – сфагново-пушицевый переходный торф, степень разложения – 20–20 %, зольность – 4,1 %. Травяно-кустарничковый ярус был представлен багульником, кассандрой, подбелом, черникой, карликовой березой, пушицей, степень проективного покрытия – 60 %. В моховом покрове преобладали политрихум стриктум и плеурозиум шребери, встречались сфагнумы, лишайники. Степень проективного покрытия – 60 %. Состояние осушительной сети за время наблюдений удовлетворительное.

Учеты проводились по общепринятой методике выполнения таксационных работ на постоянных пробных площадях путем повторных перемеров через 10–15 лет по 2-сантиметровым ступеням толщины. На каждом участке для анализа хода роста были отобраны модельные деревья в количестве 12–15 штук, по диаметру и высоте близкие к среднему диаметру и высоте насаждения, с полным анализом стволов. Классы бонитета насаждений в разном возрасте определялись по стандартной общескандинавской таблице семенных насаждений [14]. Для изучения ботанического состава, степени разложения торфа, определения его агрохимических показателей отбирались образцы торфа по 10-сантиметровым слоям до глубины не менее 1 м. Исследования изменения видового состава подростка и напочвенного покрова выполнялись по методике А. Г. Воронова [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ хода роста насаждений, возникших на осушенных болотах с различной торфяной залежью, выполненный по данным повторных перемеров и модельным деревьям на постоянных пробных площадях, показал, что класс бонитета насаждений с увеличением возраста значительно изменяется.

Таблица 2

Изменение класса бонитета насаждений, возникших на осушенных болотах с различной торфяной залежью, с увеличением возраста

Возраст насаждения, лет	№ опытного участка		
	1	2	3
	Класс бонитета		
10	III ₆	V ₀	V ₁
20	II ₇	IV ₈	IV ₉
30	II ₀	IV ₀	IV ₇
40	I ₅	III ₅	IV ₅
50	I ₂	III ₃	IV ₂
60	I ₀	III ₁	IV ₀
70	I ^a ₉	II ₉	IV ₀

На переходо-низинной торфяной почве (участок № 1) в 10-летнем возрасте молодняк рос по III₆ классу бонитета, к 70 годам класс бонитета повысился до I^a₉. На верхово-переходной торфяной почве, где слой верхового торфа составлял 0,3 м (участок № 2), он повысился с V₀ до II₉, а на верхово-переходной, где слой верхового торфа равен 0,7 м (участок № 3), – с V₁ до IV₀.

Через 40 лет после осушения травяно-сфагнового болота сформировалось высокополнотное березово-сосновое насаждение с составом 7БЗС, тип леса – хвощово-папоротниковый торфяной осушаемый, с запасом более 200 м³ га⁻¹. При перемере древостоя и отборе модельных деревьев было отмечено массовое поражение стволов березы белой волокнистой ядровой гнилью. За время наблюдений (35 лет) в биогеоценозе произошли существенные изменения. Древостой из категории березово-сосновых перешел в категорию сосново-березовых, количество стволов березы уменьшилось в 4,5 раза, сосны – в 1,8 раза.

Особенно резко увеличился отпад березы в последние 15–20 лет, наблюдалось отмирание деревьев всех ступеней толщины, включая самые крупные, занимающие господствующее положение в составе верхнего полога. Отпад сосны за этот период был незначителен, в основном из нижних ступеней толщины, угнетенных, находящихся под кроной. Сосна заняла лидирующее положение. Значительно увеличилось количество деревьев ели за счет перехода крупного подростка в основной полог. Относительная полнота немного снизилась. Запас древостоя за счет хорошего роста сосны и ели в возрасте 75 лет составил 392 м³ га⁻¹. Класс бонитета за 20 лет увеличился на 0,3. Под пологом формируется еловый ярус (табл. 1).

Таблица 3

Изменение породного состава и густоты насаждений, возникших на различных типах осушенных болот, с увеличением возраста

№ участка	Возраст, лет	Породный состав	Количество, шт. га ⁻¹			
			сосна	береза	ель	всего
1	40	3,0С7,0Б	524	1716	–	2240
	50	3,3С6,7Бед.Е	408	1318	24	1750
	65	4,0С5,9Б0,1Е	316	780	64	1160
	75	5,6С4,1Б0,3Е	288	396	224	908
2	20	4,0С6,0Б	1560	2620	–	4180
	35	4,3С5,7Бед.Е	1108	1750	2	2860
	50	5,2С4,8Бед.Е	908	1110	12	2030
	70	7,3С2,7Бед.Е	598	713	57	1368
3	20	10Сед.Б	3500	158	2	3660
	35	10Сед.Б	2250	108	12	2370
	50	10Сед.Б,Е	1384	22	4	1410
	70	9,9С0,1Бед.Е	1156	55	11	1222

В напочвенном покрове произошла смена видового состава растительности, преобладают виды трав и мхов, характерные для богатых условий местопроизрастания сосновых древостоев на минеральных почвах. По продуктивности и видовому составу напочвенного покрова насаждение соответствует разнотравно-кисличному торфяному осушаемому типу леса.

На осушенном болоте с верхово-переходной залежью с небольшим слоем верхового торфа в первые годы после появления древесной растительности темпы роста сосны и березы были замедлены. Через 20 лет после осушения сформировался среднеполнотный молодняк чернично-кустарничкового торфяного осушаемого типа леса IV₈ класса бонитета. С увеличением давности осушения произошла осадка торфа, корневые системы сосны и березы достигли более богатого элементами питания слоя переходного торфа, рост растений в высоту значительно улучшился.

С увеличением возраста насаждения доля участия березы в составе уменьшается из-за отпада, вызванного поражением стволов белой волонтистой ядровой гнилью. Густота сосны тоже снижается за счет отмирания отставших в росте деревьев низших ступеней толщины, находящихся под кроной (табл. 3).

За последние 20 лет запас древостоя увеличился на 100 м³ га⁻¹, относительная полнота – на 0,1, класс бонитета – на 0,4. К 70-летнему возрасту сформировалось высокополнотное сосновое насаждение с небольшим участием березы в составе, с запасом 212 м³ га⁻¹, II₉ класса бонитета. Тип леса – чернично-брусничный торфяной осушаемый. В покрове преобладают растения и мхи, характерные для суходольных сосняков этого типа леса (табл. 1).

На верхово-переходной торфяной почве со слоем верхового торфа 70 см даже после осадки торфа корневые системы деревьев не достигают нижележащего, более богатого слоя торфа, и ли-

митирующим фактором, оказывающим отрицательное влияние на рост сосны, является бедность корнеобитаемого слоя почвы элементами питания. К возрасту 70 лет сформировался сосняк чернично-кустарничкового торфяного осушаемого типа с единичным присутствием березы и ели в составе, IV₀ класса бонитета, с запасом 115 м³ га⁻¹. За 20 лет класс бонитета повысился на 0,2.

Изменение продуктивности насаждений, возникших на осушенных болотах, с увеличением их возраста и давности осушения связано с постепенным улучшением почвенных условий после осушения. Понижение уровня почвенно-грунтовых вод увеличивает деятельный горизонт почвы на болотах. С улучшением водно-воздушного режима торфяно-болотных почв в результате их осушения коренным образом изменяются физические, агрохимические, биологические свойства почв, направленность процессов минерализации и гумификации органического вещества, в процесс почвообразования вовлекаются более глубокие слои торфа.

В первые годы после осушения происходят наибольшие изменения – осадка, уплотнение верхнего горизонта, увеличение объемного веса торфа. Изменение зольности торфа – процесс более длительный. Он наблюдается в основном в поверхностных слоях торфа (на глубине до 10–30 см) в связи с разложением и убылью массы растительных остатков и концентрации питательных элементов в меньших объемах торфа. Этот процесс подобен скоплению элементов питания в подстилке древостоя и является следствием трансформации органического вещества под влиянием осушения. Все это способствует концентрации питательных элементов в корнеобитаемом слое почвы.

Характер и скорость происходящих изменений в почве при одинаковой степени осушения зависят от мощности торфяного слоя, строения торфяной залежи, ее ботанического состава, агрохимических свойств. Биохимическая трансформация торфа в основном направлена на минерализацию органических соединений азота и углерода. В низинной торфяной залежи минерализация органического вещества гораздо выше. Торфообразователи верховых почв разлагаются значительно хуже [12].

Лесные фитоценозы, формирующиеся на болотах, активно участвуют в биологическом круговороте веществ и оказывают непосредственное влияние на плодородие почв осушенных болот. Поступление в почву органического вещества происходит за счет опада, растительных остатков, отмирающих надземных и подземных органов растений и корневых выделений. Наличие в составе формирующихся молодняков березы, смена в травяно-кустарничковом ярусе кустарничков на травы, в моховом покрове – сфагновых мхов на гипновые способствуют активизации микробиологических процессов, увеличивается круговорот

элементов питания. Особую роль в увеличении плодородия почв играют богатые элементами питания и относительно доступные почвенной биоте листья березы и травы, которые разлагаются полностью за 3–5 лет. Сфагновые мхи теряют в первый год 8–12 % массы и в дальнейшем практически не принимают участия в круговороте. Хвойный опад, в отличие от березового, претерпевает незначительные изменения на поверхности почвы. Хвоя в слаборазложившемся состоянии поступает в глубь торфяной залежи, где происходит консервация полуразложившихся остатков грубогумусовой природы вследствие заторженности комплекса микроорганизмов, трансформирующих трудногидролизуемые соединения растительных тканей [3].

С увеличением возраста и продуктивности насаждения повышается масса опада. Прогнозируя развитие биогеоценозов во времени, можно предположить, что без вмешательства внешних факторов сдвиг в балансе органического вещества почв произойдет в сторону приходной его части за счет увеличения массы опада. Это окажет положительное влияние на увеличение плодородия почв.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Облесение осушенных болот происходит через 3–7 лет. На травяно-сфагновом болоте со сложной переходно-низинной торфяной залежью на первоначальном этапе формируется высокополнотный березово-сосновый молодняк. В возрасте 40–60 лет наблюдается массовый отпад березы, вызванный поражением стволов березы

гнилью, сосна занимает лидирующее положение в составе. К 75-летнему возрасту класс бонитета повышается до I^a,9, а тип леса меняется на разнотравно-кисличный торфяной осушаемый, запас древостоя – 392 м³ га⁻¹.

На болоте с верхово-переходной залежью, где слой верхового торфа 0,3 м, сформировался среднеполнотный сосняк с участием березы в составе. С увеличением возраста густота березы постоянно снижается из-за отпада, вызванного поражением стволов березы гнилью. Роль сосны в составе увеличивается. В возрасте 70 лет насаждение имеет запас 212 м³ га⁻¹, растет по III классу бонитета, тип леса чернично-брусничный торфяной осушаемый.

Наименьшие изменения произошли в насаждении, возникшем на верхово-переходном болоте со слоем верхового торфа 0,7 м. В возрасте 70 лет запас древостоя – 115 м³ га⁻¹, тип леса чернично-кустарничковый торфяной осушаемый, класс бонитета – IV,0.

Изменение продуктивности насаждений, возникших на осушенных болотах, с увеличением их возраста и давности осушения связано с постепенным улучшением почвенных условий после осушения. Характер и скорость происходящих изменений в почве зависят от мощности торфяного слоя, строения торфяной залежи, ее ботанического состава и агрохимических свойств.

Формирующиеся на осушенных болотах лесные фитоценозы оказывают непосредственное влияние на изменение плодородия почв. Особую роль в увеличении плодородия почв играют богатые элементами питания и относительно доступные почвенной биоте листья березы и травы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вайнблат В. З., Медведева В. М. Влияние гидроресомелиорации на естественное облесение верховых болот // Природа болотно-лесных систем Карелии и пути их освоения. Петрозаводск: Изд-во Карельского филиала АН СССР, 1982. С. 116–130.
2. Воронов А. Г. Геоботаника. М.: Высшая школа, 1973. 384 с.
3. Германова Н. И., Саковец В. И., Матюшкин В. А. Влияние осушения и рубок на почвенно-биологические процессы в сосняках травяно-сфагновых Южной Карелии // Лесоведение. 2005. № 2. С. 9–15.
4. Ефремов С. П. Естественное залесение осушенных болот лесной зоны Западной Сибири. М.: Наука, 1972. 156 с.
5. Кнize А. А. Рекомендации по таксации осушенных сосняков. Л.: Ротопринт Северо-Западного лесостроительного предприятия, 1972. 34 с.
6. Медведева В. М. Естественное облесение болот // Исследования по лесному болотоведению и мелиорации. Петрозаводск: Изд-во Карельского филиала АН СССР, 1978. С. 95–108.
7. Медведева В. М., Матюшкин В. А. Особенности формирования сосновых насаждений, возникших на осушенных болотах Южной Карелии // Изменение лесоболотных биогеоценозов под влиянием осушения. Петрозаводск: Изд-во Карельского филиала АН СССР, 1986. С. 5–27.
8. Основные положения по гидроресомелиорации / Отв. ред. Б. Л. Волков. СПб.: СПбНИИЛХ, 1995. 59 с.
9. Пятецкий Г. Е. Потенциальная лесоводственная производительность болот Карелии // Болота и заболоченные земли Карелии. Петрозаводск: Карельское книжное изд-во, 1964. С. 114–131.
10. Пятин Г. М. Влияние минеральных удобрений на процесс облесения верховых болот // Осушение и освоение заболоченных земель в Нечерноземной зоне РСФСР. Л.: ЛенНИИЛХ, 1976. С. 70–74.
11. Рубцов В. Г. Кустарничково-сфагновые сосняки и особенности их возобновления в связи с осушением // Осушение и восстановление леса на заболоченных землях Северо-Запада. Л.: ЛенНИИЛХ, 1973. С. 67–72.
12. Саковец В. И., Германова Н. И., Матюшкин В. А. Экологические аспекты гидроресомелиорации в Карелии. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2000. 155 с.
13. Синькевич С. М., Зябченко С. С., Ананьев В. А., Федуров В. С., Попов В. А., Васильев И. А., Демин К. К. Наставления по рубкам ухода в лесах Республики Карелия. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 1995. 39 с.
14. Третьяков Н. В., Горский П. В., Самойлович Г. Г. Справочник таксатора. М.: Лесная промышленность, 1956. 458 с.