

УДК 581. 526.33 + 630*181 (470.343)

Ю. П. Демаков, М. Г. Сафин, Г. А. Богданов

ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ МАРИЙСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Проведена системная оценка лесорастительных условий верховых болот Марийского Полесья по физическим и химическим показателям торфяной залежи и грунтовых вод, а также по характеру нанорельефа. Сделан вывод о большой изменчивости всех параметров и необходимости дифференциации верховых болот на ряд подтипов.

Ключевые слова: *верховые болота, лесорастительные условия, торф, грунтовые воды, физические и химические параметры, нанорельеф.*

Введение. Неотъемлемой частью ландшафтов всей бореальной зоны являются болота и заболоченные леса, играющие важную роль в обеспечении нормального протекания многих природных процессов на локальном, региональном и глобальном уровнях [1]. Особенно велика их роль в депонировании углерода [2–5], мощные залежи торфа в которых являются прямым подтверждением данного положения. Несмотря на давний интерес исследователей к этим довольно специфическим экосистемам и огромный накопленный материал [6, 7], вопрос об особенностях их лесорастительных условий, которые имеют сугубо региональный характер, раскрыт далеко не полностью.

Цель работы – установить особенности лесорастительных условий верховых болот Республики Марий Эл.

Объекты и методика. Болота, под которыми понимаются земли с наличием залежи торфа глубиной более 30 см [8], занимают в Марий Эл, относящейся к Камско-Ветлужской болотной провинции [6], порядка 100 тыс. га (4,3% территории), из которых 39% приходится на верховые болота [9], являющиеся в своем роде уникальными, поскольку далее на юг в правобережье Волги они встречаются уже значительно реже и не образуют крупных массивов. Расположены верховые болота главным образом в пределах Марийской песчаной низменности (Марийского Полесья), протянувшейся широкой полосой вдоль левого берега Волги от Ветлуги до Малой Кокшаги. Основные их массивы приурочены к слабо дренированному участку песчаной равнины в междуречье Рутки и Б. Кокшаги, являющемуся самой заболоченной частью республики. Площадь болот изменяется от 2,5 до 9502 га, средняя площадь составляет 402 га. Площадь большинства (70%) болот не превышает 100 га. Доля болотных массивов более 1 тыс. га составляет 11% площади. Наиболее крупным является гетеротрофный Шамьяро-Куплонгский болотный массив (7878 га), а чисто олиготрофным – Лешачье болото (1597 га).

Исходным материалом для анализа служили материалы отчета «Составление и издание кадастров торфяных и сапропелевых месторождений Республики Марий Эл» [10], таксационные описания болотных биогеоценозов Марийской низменности (4529 выделов общей площадью 30789 га в ТЛУ А₅), а также данные натурных учетов, проведенных на 26 пробных площадях в сосняках сфагновых различного возраста (от 15

до 260 лет), произрастающих на девяти болотных массивах в различных лесничествах республики и в заповеднике «Большая Кокшага». На всех болотных массивах проведен замер мощности торфяного пласта по ходовым линиям с расположением пикетов через 20 м, а на пробных площадях – сплошной переклад деревьев и оценка состояния подпологовой растительности. Результаты исследований по этим частным вопросам нашли отражение в публикациях [11–14]. Оценка лесорастительных условий болот включала в себя: слежение за сезонной и многолетней динамикой уровня грунтовых вод [15], определение их физико-химических свойств по 16 параметрам, проведенное в аккредитованной лаборатории ГУП ТЦ «Маргеомониторинг» [16], а также измерение параметров нанорельефа. Для этого на 17 пробных площадях проведена с помощью строительного уровня и реек нивелирная съемка (три хода по 10 м на пробной площади, в общей сложности 510 м) с измерением профиля через 20 см. Дополнительно на каждой пробной площади было заложено по пять площадок размером 5х5 м, на которых подсчитано количество кочек и бугорков, определены их размеры по высоте, длине и ширине. На этих же площадках определено общее количество подроста и его распределение по формам нанорельефа. Цифровой материал обработан на ПК с использованием стандартных методов математической статистики [17] и унифицированных моделей [18].

Результаты исследования и их обсуждение. Большинство верховых болот Марийского Полесья покрыто древесной растительностью. Хотя все они относятся к одному типу лесорастительных условий А₅, древостои, произрастающие на них, существенно различаются между собой по таксационным показателям. Так, класс бонитета, который отражает потенциальную производительность древостоев, изменяется от III до Vб, а полнота, характеризующая фактически реализованную производительность, от 0,3 до 0,9. Доминируют среднеполнотные древостои V класса бонитета, довольно часто встречаются древостои IV и Va классов бонитета. В составе древостоев участвуют в основном только две породы – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.) – однако доля их участия варьирует в больших пределах и не остается постоянной по мере развития биогеоценозов.

С чем же связано различие классов бонитета древостоев, произрастающих, казалось бы, в одном и том же типе лесорастительных условий А₅, и не является ли это ошибкой таксаторов? Натурные учеты, проведенные на пробных площадях, показали, что высота одновозрастных древостоев, возникших на вырубках и гарях верховых болот, изменяется в очень больших пределах (табл. 1), что связано с неоднородностью лесорастительных условий биотопов, исходной густотой и составом молодняков.

Т а б л и ц а 1

Границы изменчивости средней высоты древостоев сосны на верховых болотах Марий Эл

Параметр	Значения параметра в различном возрасте				
	10 лет	20 лет	30 лет	40 лет	50 лет
Минимальная высота, м	0,7	1,7	3,0	4,0	4,5
Максимальная высота, м	1,4	3,4	5,1	7,5	11,0
Размах высоты, м	0,7	1,7	2,1	3,5	6,5

Фитоценозы на верховых болотах отличаются между собой не только по производительности древостоев, но и по структуре подпологовой растительности, которая, как принято считать, является индикатором условий среды обитания. Из кустарничков наиболее часто встречаются клюква болотная и мирт болотный, из трав – пушица влага-

лищная, а из мхов – сфагнумы узколиственный и магелланский. Довольно редко встречаются черника, брусника, осоки и даже марьянник луговой. Проективное покрытие почвы травяно-кустарничковым ярусом, в состав которого входит 15 видов, изменяется от 12,4 до 73,0%, а моховым, состоящим из 11 видов, – от 81 до 100%. Наиболее высокое проективное покрытие имеет в большинстве случаев сфагнум узколиственный (48,3%), за которым следует сфагнум магелланский (26,5%), однако величина показателя варьирует по биотопам в очень больших пределах (от 6,7 до 91,5% у первого вида и от 0 до 77% у второго). Надземная фитомасса всех кустарничков изменяется от 111,6 до 224,7 г/м² (1,13–2,25 т/га). Доминирует по величине фитомассы в целом мирт болотный, хотя структура кустарничкового яруса в биотопах непостоянна: его доля в общей фитомассе изменяется от 25,3 до 68,2%, багульника – от 10,3 до 27%, голубики – от 2,6 до 59,5%, черники – от 0 до 23,5%. Наименьшая доля приходится на подбел многолистный. Лесорастительные условия биотопа хорошо характеризует видовая структура мохового покрова, а также густота стеблестоя мхов [12], которая, как показывает анализ литературы [19–21], является чутким индикатором гидрологического режима болот. Величина живой фитомассы мхов в абсолютно сухом состоянии изменяется на объектах исследования от 1,60 до 4,47 г/дм² (1,6–4,47 т/га).

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что на верховых болотах Марийского Полесья в больших пределах изменяется не только производительность древостоев, но и подпологовой растительности, а также вся структура фитоценозов, что обусловлено большой вариабельностью лесорастительных условий в данных биотопах. Это относится, прежде всего, к параметрам торфяной залежи и самого торфа, значения коэффициента вариации которых изменяются от 20,6 до 118,9% (табл. 2). Меньше всего варьируют значения плотности и кислотности торфа, а наиболее сильно изменяется показатель пнистости. Среднюю изменчивость имеют показатели степени разложения торфа и его зольности, а также содержания азота.

Т а б л и ц а 2

Изменчивость параметров торфяной залежи на верховых болотах Марийского Полесья

Параметр	Един. измер.	Значения статистических показателей					
		M _x	Min	Max	S _x	m _x	V
Мощность торфяного пласта средняя	м	1,59	0,70	8,72	1,00	0,10	63,1
Мощность торфяного пласта максимальная	м	3,69	1,00	17,8	2,91	0,28	78,9
Плотность торфа	кг/м ³	105,0	50,0	158,0	21,7	2,1	20,6
Пнистость	%	1,0	0,0	6,7	1,2	0,2	118,9
Степень разложения	%	39,2	5,0	70,0	13,9	1,36	35,4
Зольность	%	4,53	0,7	17,1	1,49	0,15	32,9
Кислотность	pH	3,33	1,90	5,50	0,73	0,07	21,9
Содержание СаО	%	0,67	0,12	1,98	0,51	0,07	76,6
Содержание азота	%	1,60	0,33	2,84	0,64	0,08	39,8
Содержание сульфатов	%	0,17	0,03	0,79	0,15	0,03	87,9
Содержание P ₂ O ₅	%	0,10	0,02	0,32	0,07	0,01	67,6
Содержание Fe ₂ O ₃	%	0,34	0,05	1,76	0,32	0,04	94,4

По значениям параметров состояния торфяной залежи [22] часть верховых болот Марийской низменности являются скорее мезотрофными или мезоолиготрофными, чем чисто олиготрофными, однако следует принимать во внимание то положение, что торф далеко не всегда определяет структуру и продуктивность фитоценозов [23], поскольку

одинаковые его виды в разных регионах отличаются по химическому составу. Так, торф Северо-Запада богаче кальцием, чем такой же торф в средней полосе России, а в тундре содержит еще меньше кальция и магния [24]. Эти различия связаны с особенностями климата региона, подстилающих грунтов, химического состава грунтовых вод и структуры фитоценозов, во многом определяющих свойства формируемой ими торфяной залежи.

Одним из важнейших показателей плодородия болотных почв является степень разложения торфа, которая косвенно свидетельствует о насыщенности его биогенными элементами и влияет на его плотность (объемную массу). Связь между степенью разложения торфа (X , %) и его плотностью (Y , кг/м³) довольно тесная ($R^2 = 0,52$), аппроксимируемая уравнением $Y = 112,8 \cdot [1 - \exp(-X/28,07)] + 23,9$. Степень разложения торфа зависит, в свою очередь, от содержания в нем оксида кальция (табл. 3), тормозящего этот процесс в результате снижения кислотности среды (в кислой среде процесс разложения идет быстрее). Эту связь описывает уравнение $Y = 50,85 - 18,58 \cdot [CaO]$. Снижению кислотности торфа способствует также содержание в нем соединений железа, на преобразование которых расходуется определенная часть органических кислот. Эту связь описывает уравнение $pH = 1,08 \cdot [Fe_2O_3]^{2,21} + 3,09$. Кислотность же торфа обусловлена в значительной степени деятельностью фитоценоза, корневые выделения (экзаметаболиты) которого, выполняющие те же функции, что и желудочный сок у животных, способствуют разложению органических соединений и минеральных веществ, переводя их в доступную для растений форму [25]. **Чем труднее растениям извлекать из торфа питательные вещества, тем больше они выделяют экзаметаболитов и тем кислее становится среда.** Многие химические элементы, особенно металлы, способны образовывать с органическим веществом довольно прочные соединения, которые, в зависимости от условий среды, могут мигрировать или же находиться в неподвижном состоянии [26]. Решающая роль в связывании ионов принадлежит гуминовым кислотам. При увеличении значения pH раствора усиливается комплексообразование металлов с органическими кислотами и их гидролиз [27].

Т а б л и ц а 3

Матрица коэффициентов парной корреляции между параметрами торфяной залежи

Параметр	Значение коэффициента корреляции между параметрами*							
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
Мощность пласта – X ₁	1,00							
Плотность торфа – X ₂	-0,44	1,00						
Степень разложения – X ₃	-0,41	0,67	1,00					
Зольность торфа – X ₄	-0,19	0,06	0,26	1,00				
Значение pH – X ₅	0,25	-0,31	-0,31	-0,12	1,00			
Содержание CaO – X ₆	0,32	-0,50	-0,53	-0,17	0,62	1,00		
Содержание азота – X ₇	-0,01	0,05	0,09	0,27	0,24	-0,01	1,00	
Содержание P ₂ O ₅ – X ₈	0,14	-0,40	-0,35	0,27	0,30	0,07	0,31	1,00
Содержание Fe ₂ O ₃ – X ₉	0,16	-0,34	-0,36	0,04	0,66	0,53	0,12	0,28

* **Примечание:** жирным шрифтом выделены значения, являющиеся достоверными при $P = 0,95$

Одним из основных факторов, влияющих на процесс разложения торфа, является дефицит биогенных элементов, поставщиком которых является фитоценоз. Чем разнообразнее в видовом отношении болотный фитоценоз, тем активнее разлагается его отпад [26]; чем же проще видовая структура фитоценоза, тем менее сбалансирован элементами минерального питания формируемый ими органогенный субстрат. Таким

образом, процесс развития болот сопровождается не только сукцессиями растительных сообществ, но и уменьшением обогащенности фитомассы биогенными веществами и снижением степени разложения опада. На изменение минерального питания растения реагируют снижением продукционного процесса, что, в свою очередь, ведет к сокращению темпов торфонакопления и расхода влаги на транспирацию. В результате естественного хода сукцессии биогеоценоза происходит еще большее обводнение болот и они вступают в свою завершающую фазу развития, называемую дистрофной. В силу постоянного закрепления торфом подвижных биогенных элементов происходит постепенное отчуждение некоторой их доли из биологического круговорота, что в конечном итоге приводит к дефициту ряда компонентов питания даже у весьма нетребовательных сфагновых мхов. Следовательно, деградация сфагнового покрова на заключительных стадиях развития болот свидетельствует о том, что основной источник зольных элементов, определяющий сукцессии фитоценозов и обеспечивающий их потребность в питании, иссяк.

Значительно большее влияние на болотные фитоценозы оказывает химический состав грунтовых вод [26]. Болотную воду следует рассматривать как вытяжку, в которую из торфа переходят элементы, находящиеся в наиболее подвижном состоянии и хорошо доступные растениям. Для болотных вод характерно высокое содержание органических веществ, главным образом фульвокислот, комплексные соединения которых ответственны за миграцию многих неорганических компонентов [27]. Количество гумусовых веществ в болотных водах связано со степенью разложения торфа. Степень минерализации воды верховых болот во многом зависит от характера подстилающих грунтов и химического состава подземных вод [26–28].

Т а б л и ц а 4

Изменчивость значений химических показателей грунтовых вод на верховых болотах

Показатель	Ед. изм.	Статистика показателей				Доля влияния факторов, %		
		$M_x \pm m_x$	Min	Max	V, %	биотоп	сезон	ошибка
1. Кислотность	pH	3,78 ± 0,03	3,35	4,48	6,3	25,4	56,8	17,9
2. БПК ₅	мг/дм ³	22,5 ± 5,2	4,13	217	163,4	9,3	46,8	43,9
3. ХПК	то же	381,9 ± 27,2	115,5	1080	50,3	38,8	25,6	35,6
4. Азот аммонийный	— —	6,5 ± 0,57	0,10	15,70	62,1	8,5	81,1	10,4
5. Нитраты	— —	17,5 ± 1,49	0,29	37,80	60,3	5,6	69,0	25,4
6. Нитриты		0,04 ± 0,005	0,009	0,137	61,2	6,6	35,9	57,5
7. Хлориды	— —	23,7 ± 3,6	1,20	88,6	107,8	4,2	79,0	16,8
8. Фосфаты	— —	0,20 ± 0,03	0,00	0,83	95,7	11,4	44,8	43,8
9. Сульфаты	— —	27,4 ± 3,9	0,45	138,5	100,8	21,1	47,6	31,2
10. Кальций	— —	23,0 ± 1,20	10,1	39,3	36,8	10,9	56,0	33,1
11. Калий	— —	38,1 ± 4,30	0,21	118,7	79,8	15,7	57,5	26,8
12. Магний	— —	10,1 ± 1,23	1,22	35,6	86,0	17,9	51,0	31,1
13. Железо	— —	8,2 ± 0,36	2,81	14,6	31,3	32,8	31,9	35,3
14. Марганец	— —	0,25 ± 0,03	0,001	0,96	88,1	3,2	51,3	45,6
15. Сухой остаток	— —	59,9 ± 4,6	21,0	158,0	54,5	13,8	66,6	19,6
16. Гидрокарбонаты	$\frac{\text{МГ} \cdot \text{ЭКВ}}{\text{дм}^3}$	1,94 ± 0,16	0,75	5,12	59,5	6,7	73,5	19,8
17. Жесткость	$\frac{\text{МГ} \cdot \text{ЭКВ}}{\text{дм}^3}$	1,98 ± 0,12	1,00	4,50	43,9	8,2	72,8	19,0

Анализ исходного материала показал, что наиболее распространенным химическим элементом в болотных водах Марийского Полесья, крайне необходимым для питания

растений, является калий, концентрация которого изменяется от 0,21 до 118,7 мг/дм³ (табл. 4), что значительно превышает его содержание в водах западносибирских болот [26]. Довольно много в водах кальция, концентрация которого превышает уровень верховых болот других регионов [27], а также азота, находящегося в различных формах, магния и железа (концентрация последних выходит за зону оптимума существования растений и оказывает на них негативное воздействие). Не вполне благоприятна для растений существующая концентрация марганца, хлоридов и сульфатов, а концентрация фосфатов, наоборот, недостаточна для их нормального роста.

Все показатели состояния грунтовых вод на верховых болотах, так же как параметры фитоценозов и торфа, имеют значительную изменчивость. Наиболее значительно изменяются значения БПК₅, коэффициент вариации которых составляет 163,4%. Довольно велика изменчивость концентрации хлоридов, сульфатов, фосфатов, марганца, магния и калия ($V = 79,8-107,8\%$). Менее всего изменяется показатель кислотности среды ($V = 6,3\%$). Коэффициент вариации остальных показателей изменяется в пределах от 30 до 60%. Наибольший вклад в изменчивость значений показателей вносит в большинстве случаев фактор времени, что связано с протеканием в почвенном растворе биологических и химических процессов, а также с использованием питательных веществ растительностью. На химический состав вод оказывают влияние также выпадения атмосферной пыли и осадков, которые являются одним из основных источников поступления на верховые болота многих элементов питания растений и которые нестабильны как по количеству, так и по составу [26, 29–31]. Наиболее значительно изменяется во времени концентрация азота аммонийного, нитратов, хлоридов и гидрокарбонатов. Максимум значений первого показателя отмечается осенью, второго – зимой, третьего – летом, четвертого – осенью. Минимум же приходится соответственно на зиму, весну, осень и весну. Достоверность изменения показателей во времени подтверждают значения критерия Фишера. Различия между биотопами по большинству показателей являются недостоверными.

Продуктивность и структура фитоценозов зависят не только от химического состава грунтовых вод, но и от уровня их залегания [32], который, как показали наши многолетние наблюдения [15], подвержен значительным колебаниям. Сезонные изменения уровня грунтовых вод (УГВ) составили на стационарном объекте «Илюшкино болото» 15–43 см, а общий предел колебаний достиг 50 см (табл. 5). Наиболее значительные сезонные колебания УГВ отмечены в 1981, 1992 и 1996 гг., а наименьшие – в 1983–1985, 1990 и 1994 гг., что связано с особенностями метеоусловий данных лет. Менее всего УГВ от сезона к сезону изменяется в мае (в это время грунтовые ближе всего подходят к поверхности почвы, иногда покрывая ее слоем до 5–10 см), а наиболее сильно – в августе–сентябре, когда отмечается пик его падения. Установлено, что суточное падение УГВ при отсутствии дождя составляет в июне–июле 6–9 мм. Межсезонная динамика УГВ каждого месяца имеет свои особенности, в результате чего отсутствует полная синхронность колебаний данного показателя. Особенно асинхронны динамические ряды УГВ мая и августа, коэффициент корреляции между которыми составляет всего 0,218.

Характерной чертой болот всех типов является четкая выраженность нанорельефа в виде различного рода неровностей поверхности почвы (кочек, приствольных возвышений, заросших мхом старых пней и полуразложившихся колодин и проч.), которые отражают специфику экологических условий биотопов [33, 34], определяя особенности облика растительности и, в какой-то мере, ее продуктивности. Зольность и кислотность торфа на разных формах нанорельефа примерно одинаковы, однако нановозвышениям, размер которых по вертикали достигает 20–40 см, а занимаемая площадь 30–50%, свойственен довольно благоприятный для развития фитоценозов режим аэрации, влажности

и температуры, вследствие чего они более насыщены корнями растений, чем западинки. В условиях избытка влаги кочки часто являются единственным местом, где приживается и получает развитие самосев древесных растений. Наиболее велико экологическое значение кочек для развития растительности весной и в начале лета. Нанозападинки, будучи пересыщенными водой в течение большей части вегетационного периода, совершенно не осваиваются активными сосущими корнями растений, а лишь «прошиты» проводящими корнями, которые ветвятся в основном вокруг кочек [33]. На разных формах нанорельефа развиваются и совершенно разные виды мхов [19, 20].

Т а б л и ц а 5

**Изменчивость уровня грунтовых вод на болоте
«Илюшкино» по данным 17-летних наблюдений**

Параметр	Значение параметра по месяцам					
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Сезонный размах
Среднее значение, см	4,4	11,5	15,9	22,4	22,4	15,3
Минимум среднего за все годы, см	-3,5*	-0,4*	2,6	7,3	3,9	2,4
Максимум среднего за все годы, см	15,2	26,9	25,4	36,5	41,0	23,2
Стандартное отклонение среднего значения, см	6,3	6,8	7,0	7,7	9,4	6,0

*Примечание: знак минус означает, что грунтовые воды находились выше среднего уровня почвы.

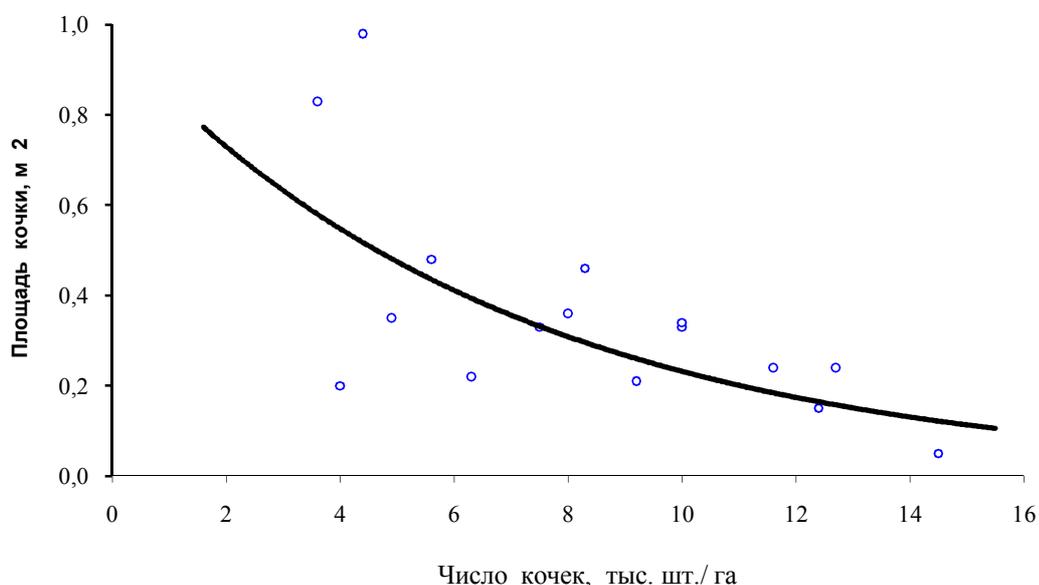


Рис. 1. Связь между числом кочек на верховых болотах и их средней площадью

Проведенные нами исследования полностью подтвердили эти положения, показав, что наиболее продуктивной частью поверхности верховых болот являются нановозвышения, параметры которых, как и всех других показателей состояния биогеоценозов, варьируют в очень больших пределах. Так, число кочек изменяется от 4 до 14,5 тыс. шт./га, заочкаренность, под которой понимается доля площади поверхности болота, занятого нановозвышениями, — от 7,7 до 43,2%, средний уровень поверхности мохового покрова — от 6,5 до 24,8 см, а максимальный перепад высот — от 19 до 46 см. Между параметрами нанорельефа достаточно четко прослеживается определенная связь. С уве-

личением числа кочек на участке уменьшается в среднем площадь одной кочки (рис. 1), но возрастает ее высота (рис. 2). Связь между количеством кочек и долей занятой ими поверхности болота выражена гораздо слабее и описывается параболой второй степени (рис. 3), которая показывает, что наибольшая закочкаренность болот наблюдается при густоте кочек 8–9 тыс. шт./га.

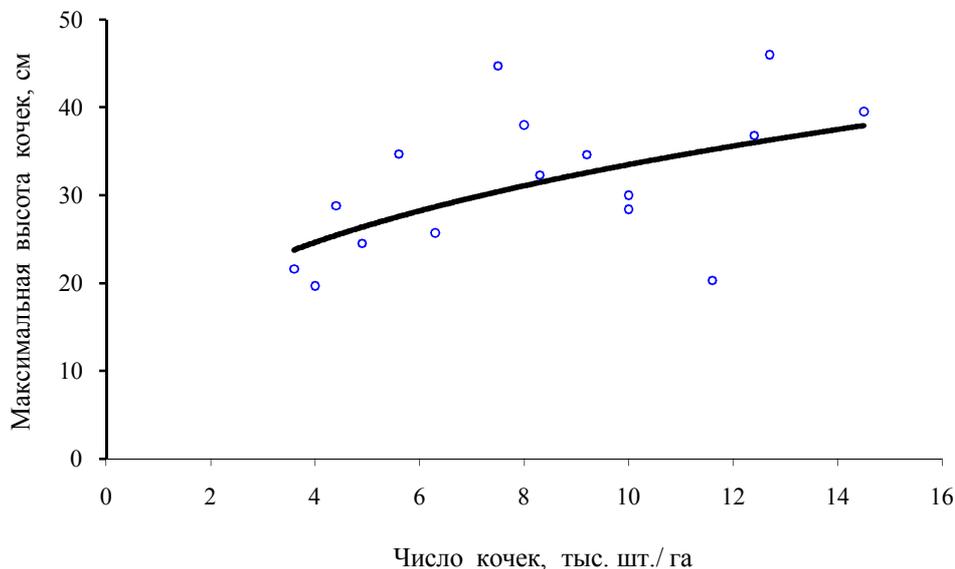


Рис. 2. Связь между числом кочек на верховых болотах и их максимальной высотой

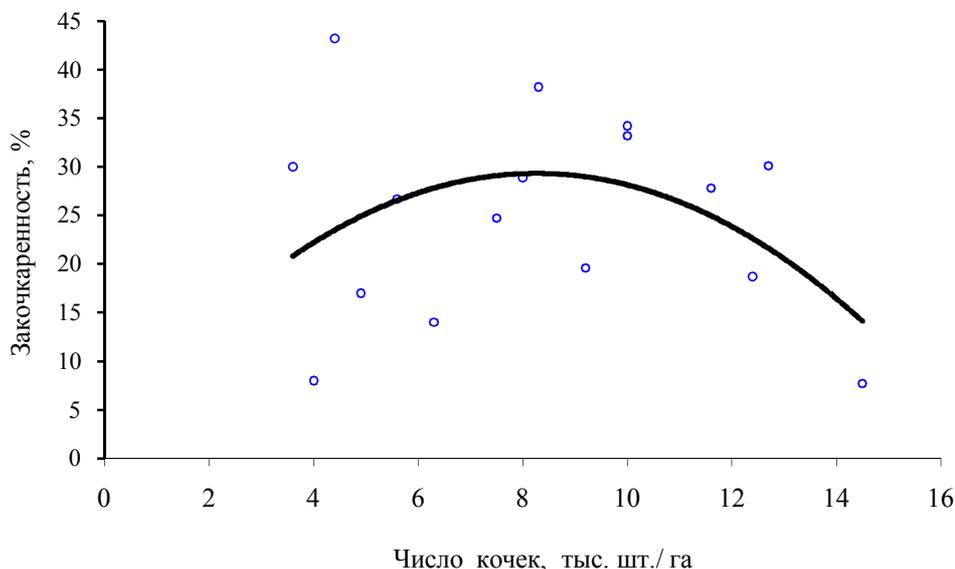


Рис. 3. Связь между числом кочек на верховых болотах и долей занятой ими площади поверхности

Изменение параметров нанорельефа, как нами было установлено, отражается на структуре фитоценозов, и наоборот, что указывает на автоматическую саморегуляцию процесса формирования поверхности болот. Так, на вырубках и гарях в первые 20–40 лет происходит усиление выраженности нанорельефа, который со временем постепенно сглаживается (минимальные значения параметров нанорельефа присущи зрелым стадиям развития болотных биогеоценозов).

Роль нанорельефа в болотных биогеоценозах двояка. В первые годы после различного рода нарушений состояния фитоценозов (пожаров, «вымочек», рубок леса) самосев древесных растений появляется в основном на кочках (здесь бывает сосредоточено до 80% его численности) и имеет лучшее развитие (диаметр 20–30-летних деревьев сосны на кочках в 1,1 раза, а текущий прирост в высоту в 1,7 раза выше, чем в западинках). В дальнейшем происходит перенасыщение кочек корнями растений, что приводит к торможению их роста и ускорению отпада. В условиях избытка влаги влияние кочек на процесс лесовосстановления и рост растений положительное, а в засушливые годы, наоборот, отрицательное.

Выводы.

1. Лесорастительные условия верховых болот Марийского Полесья, которые являются эффективными аккумуляторами атмосферной углекислоты, изменяются в очень больших пределах, что отражается на производительности и структуре произрастающих на них фитоценозов.

2. Большая изменчивость всех параметров состояния биогеоценозов верховых болот свидетельствует о необходимости их дробной классификации и выделении ряда подтипов, наиболее информативными признаками которых являются класс бонитета древостоя, его состав, уровень залегания грунтовых вод и их кислотность, а также содержание в них ионов кальция, нитратов, сульфатов и гидрокарбонатов.

3. При оценке лесорастительных условий болот по комплексу параметров необходимо опираться на принцип лимитирующего фактора, т.е. фактора, находящегося на нижнем уровне экологических потребностей растительности и принимать во внимание направление сукцессий, в процессе которых они развиваются в сторону увеличения обводненности биотопа и снижения продукционного процесса фитоценоза, что нежелательно ни с хозяйственной, ни с экологической точек зрения. Природные нарушения состояния болотных биогеоценозов, особенно пожары, периодически возникающие на территории Марийского Полесья и прерывающие естественный ход сукцессий, возвращают их на начальные стадии развития, поддерживая стабильность продукционного процесса.

Список литературы

1. Пьявченко, Н. И. Лесное болотоведение / Н. И. Пьявченко. – М.: АН СССР, 1963. – 192 с.
2. Боч, М. С. Содержание и скорость аккумуляции углерода в болотах бывшего Советского Союза / М. С. Боч, К. И. Кобак, Т. П. Кольчугина, Т. Винсон // Бюлл. МОИП. Отд. биол. – 1994. – Т. 99. – Вып. 4. – С. 59–69.
3. Вомперский, С. Э. Роль болот в круговороте углерода / С. Э. Вомперский // Чтения памяти академика В. Н. Сукачева. Вып. XI: Биогеоценозические особенности болот и их рациональное использование. – М.: Наука, 1994. – С. 5–37.
4. Инишева, Л. И. Элементы углеродного баланса олиготрофных болот / Л. И. Инишева, Е. А. Головацкая // Экология. – 2002. – № 4. – С. 261–266.
5. Демаков, Ю. П. Проблема оценки углерододепонирующей способности экосистем олиготрофных болот и пути ее решения / Ю. П. Демаков, М. Г. Сафин // Вестник МарГТУ. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2007. – № 1. – С. 55–66.
6. Кац, Н. Я. Болота Земного шара / Н. Я. Кац. – М.: Наука, 1971. – 295 с.
7. Боч, М. С. Экосистемы болот СССР / М. С. Боч, В. В. Мазинг. – Л.: Наука, 1979. – 188 с.
8. Гидрология суши. Термины и определения: ГОСТ 19179-73. – М.: Госстандарт СССР, 1973. – 34 с.
9. Кусакин, А. В. Болота Марий Эл: Охрана и рациональное использование / А. В. Кусакин. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – 200 с.
10. Научный отчет «Составление и издание кадастров торфяных и сапропелевых месторождений Республики Марий Эл». Кн. 2. «Торфяные месторождения Республики Марий Эл» / В. Ю. Обрывков, В. С. Шарাপов, Г. А. Барбашова, Г. Д. Обрывкова [Рукопись]. – Н. Новгород, 2000. – 260 с.

11. Демаков, Ю. П. Структура органического вещества на олиготрофных болотах Марийского Полесья и эффективность процесса торфонакопления в них / Ю. П. Демаков, М. Г. Сафин // Проблемы использования и воспроизводства лесных ресурсов: Материалы научно-практической конференции. – Казань: Тат ЛОС, 2006. – С. 120–124.
12. Демаков, Ю. П. Надземная масса подпологовой растительности в климаксовых сосняках на олиготрофных болотах Марийского Полесья / Ю. П. Демаков, М. Г. Сафин // Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 3. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. – С. 345–370.
13. Демаков, Ю. П. Возрастная структура и выживаемость древостоев на олиготрофных болотах Марийского Полесья / Ю. П. Демаков, М. Г. Сафин // Международное сотрудничество в лесном секторе: баланс образования, науки и производства. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. – С. 30–35.
14. Демаков, Ю. П. Особенности радиального прироста деревьев в климаксовых сосняках сфагновых Марийского Полесья / Ю. П. Демаков, М. Г. Сафин, Д. А. Тишин // Дендрэкология и лесоведение: Материалы Всероссийской конференции, посвященной 50-летию Сибирского отделения РАН. – Красноярск, 2007. – С. 40–42.
15. Демаков, Ю. П. Итоги мониторинга за динамикой уровня грунтовых вод и состоянием древостоя / Ю. П. Демаков // Проблемы государственного мониторинга природной среды на территории Республики Марий Эл. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. – С. 93–97.
16. Демаков, Ю. П. Физико-химические свойства грунтовых вод олиготрофных болот Марийского Полесья / Ю. П. Демаков, М. Г. Сафин // Наука в условиях современности: Материалы конференции. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. – С. 9–11.
17. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.
18. Демаков, Ю. П. Диагностика устойчивости лесных экосистем (методологические и методические аспекты) / Ю. П. Демаков. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – 415 с.
19. Смоляницкий, Л. Я. Исследование некоторых особенностей водного обмена сфагнума в связи с малой реакцией верховых болот на осушение / Л. Я. Смоляницкий // ИВУЗ: Лесной журнал, 1971. – № 4. – С. 129–131.
20. Смоляницкий, Л. Я. Некоторые закономерности формирования дернины сфагновых мхов / Л. Я. Смоляницкий // Ботанический журнал. – 1977. – Т. 61. – Вып. 9. – С. 1262–1272.
21. Грабовик, С. И. Флуктуации продуктивности сфагновых мхов / С. И. Грабовик // Лесные стационарные исследования: методы, результаты, перспективы. – Тула: ИЛАН, 2001. С. 343–345.
22. Лиштван, И. И. Основные свойства торфа и методы их определения / И. И. Лиштван, Н. Т. Король. – Минск: Наука и техника, 1975. – 320 с.
23. Ниценко, А. А. О понятиях верхового, низинного и переходного в современном болотоведении / А. А. Ниценко // Основные принципы изучения болотных биогеоценозов. – Л.: Наука, 1972. – С. 17–22.
24. Боч, М. С. О применении индикационных свойств растительности болот при установлении типа питания / М. С. Боч // Основные принципы изучения болотных биогеоценозов. – Л.: Наука, 1972. – С. 39–53.
25. Прокушкин, С. Г. Влияние экзаметаболитов корней сосны обыкновенной на подвижность ионов в почве / С. Г. Прокушкин, Л. Н. Каверзина // Лесоведение. – 1986. – № 6. – С. 62–68.
26. Бахнов, В. К. Биогеохимические аспекты болотообразовательного процесса / В. К. Бахнов. – Новосибирск: Наука, 1986. – 193 с.
27. Черняев, А. М. Гидрохимия болот (Урал и Приуралье) / А. М. Черняев, Л. Е. Черняева, М. Н. Еремеева. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 430 с.
28. Богдановская-Гиенэф, И. Д. Закономерности формирования сфагновых болот верхового типа (на примере Полистово-Ловатского массива) / И. Д. Богдановская-Гиенэф. – Л.: Наука, 1969. – 187 с.
29. Пьявченко, Н. И. О роли атмосферной пыли в питании болот / Н. И. Пьявченко, З. А. Сибирева // Доклады АН СССР. – 1959. – Т. 124. – № 2. – С. 414–417.
30. Дроздова, В. М. Химический состав атмосферных осадков на Европейской территории СССР / В. М. Дроздова, О. П. Петренчук, Е. С. Селезнева и др. – Л.: Гидрометеиздат, 1964. – 209 с.
31. Черняева, Л. Е. Химический состав атмосферных осадков (Урал и Приуралье) / Л. Е. Черняева, А. М. Черняев, А. К. Могиленских. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 179 с.
32. Корепанов, А. А. Водный режим лесов Прикамья / А. А. Корепанов. – Ижевск: Изд-во «Удмуртия», 1984. – 128 с.
33. Вомперский, С. Э. Микрорельеф поверхности заболоченных и болотных почв и его лесоводственное значение / С. Э. Вомперский // Влияние избыточного увлажнения почв на продуктивность лесов. – М.: Наука, 1966. – С. 96–111.
34. Глебов, Ф. З. Болота и заболоченные леса лесной зоны Енисейского левобережья / Ф. З. Глебов. – М.: Наука, 1969. – 132 с.

Статья поступила в редакцию 16.06.10.

Yu. P. Demakov, M. G. Safin, G. A. Bogdanov

FOREST VEGETATIVE CONDITIONS OF MARI FOREST AREA UPLAND BOGS

System estimation of forest vegetative conditions of Mari forest area upland bogs on physical and chemical indicators of a peat deposit and ground waters and on a nanorelief character are given. It is concluded that all parameters have a considerable variability and there is a necessity to differentiate the upland bogs into a number of subtypes.

Key words: *upland bogs, forest vegetative conditions, peat, ground waters, physical and chemical indicators, nanorelief.*

ДЕМАКОВ Юрий Петрович – доктор биологических наук, профессор кафедры управления природопользованием и лесозащиты МарГТУ. Область научных интересов – биогеоценология, дендрохронология. Автор 205 научных и учебно-методических работ, в том числе трех монографий и пяти учебных пособий.

E-mail: DemakovYP@marstu.net

САФИН Масхут Гумарович – директор Государственного природного заповедника «Большая Кокшага», аспирант МарГТУ. Область научных интересов – биогеоценология, болотоведение. Автор 15 публикаций.

E-mail: buh2@newmail.ru

БОГДАНОВ Геннадий Алексеевич – старший научный сотрудник Государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Область научных интересов – флористика, бриология, лишенология, биогеоценология. Автор 23 научных работ.

E-mail: buh2@newmail.ru