

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 А<sub>5</sub>), 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 пересчет 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 А<sub>5</sub>, 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 А<sub>5</sub>, 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/м<sup>2</sup> (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/дм<sup>2</sup> (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 <sub>x</sub>	Min	Max	S <sub>x</sub>	m <sub>x</sub>	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 <sup>3</sup>	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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0,10	0,02	0,32	0,07	0,01	67,6
Содержание Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	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 ( $Y$ ,  $\text{кг/м}^3$ ) 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  $Y = 50,85 - 18,58 \cdot [\text{CaO}]$ . Снижению кислотности торфа способствует также содержание в нем соединений железа, на преобразование которых расходуется определенная часть органических кислот. Эту связь описывает уравнение  $\text{pH} = 1,08 \cdot [\text{Fe}_2\text{O}_3]^{2,21} + 3,09$ . 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 – $X_2$	<b>-0,44</b>	1,00						
Степень разложения – $X_3$	<b>-0,41</b>	<b>0,67</b>	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	<b>-0,50</b>	<b>-0,53</b>	-0,17	<b>0,62</b>	1,00		
Содержание азота – $X_7$	-0,01	0,05	0,09	0,27	0,24	-0,01	1,00	
Содержание $\text{P}_2\text{O}_5$ – $X_8$	0,14	-0,40	-0,35	0,27	0,30	0,07	0,31	1,00
Содержание $\text{Fe}_2\text{O}_3$ – $X_9$	0,16	-0,34	-0,36	0,04	<b>0,66</b>	<b>0,53</b>	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 <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	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/дм<sup>3</sup> (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 БПК<sub>5</sub>, 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.

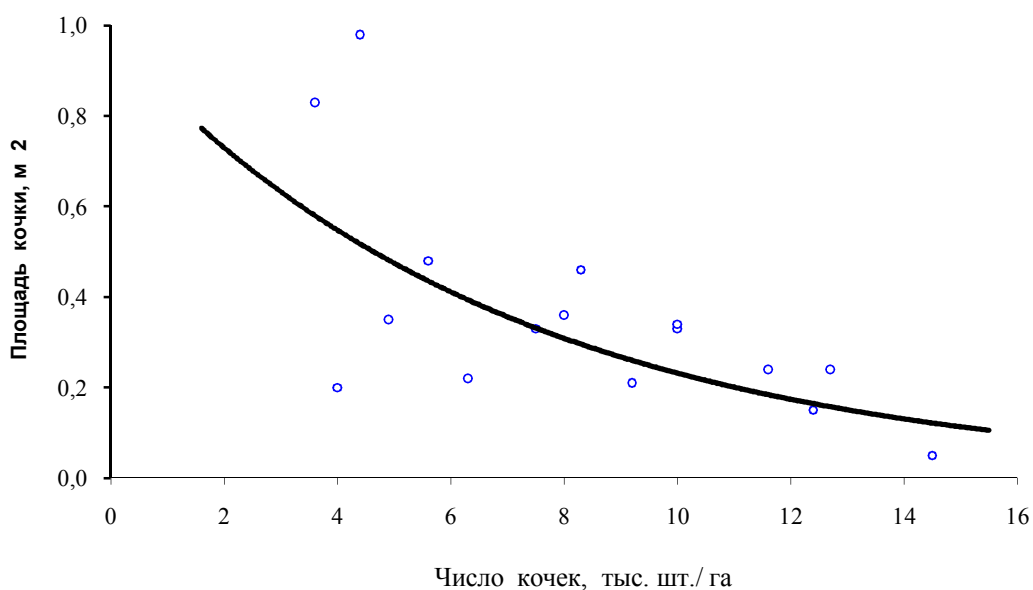


Рис. 1. Связь между числом кочек на верховых болотах и их средней площадью

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, закочкаренность, 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.

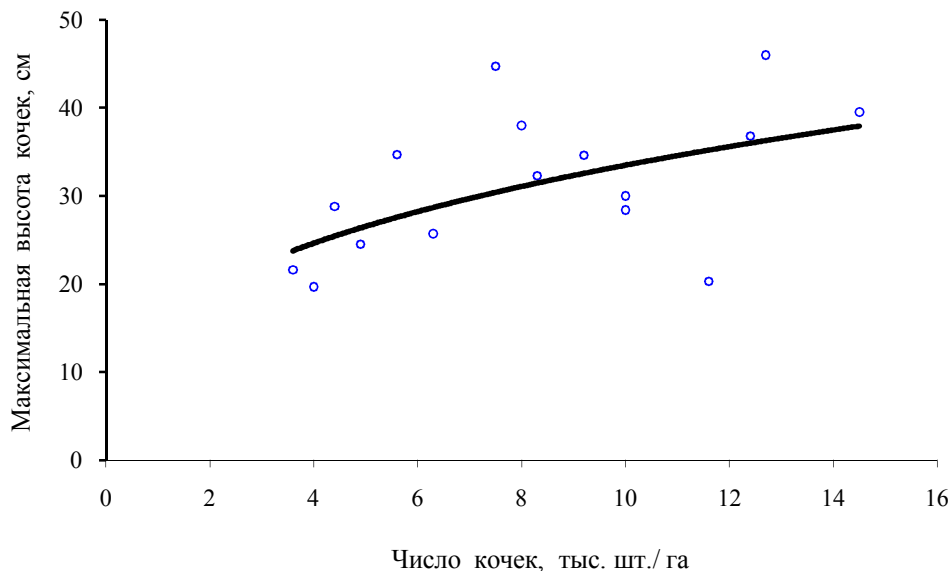


Рис. 2. Связь между числом кочек на верховых болотах и их максимальной высотой

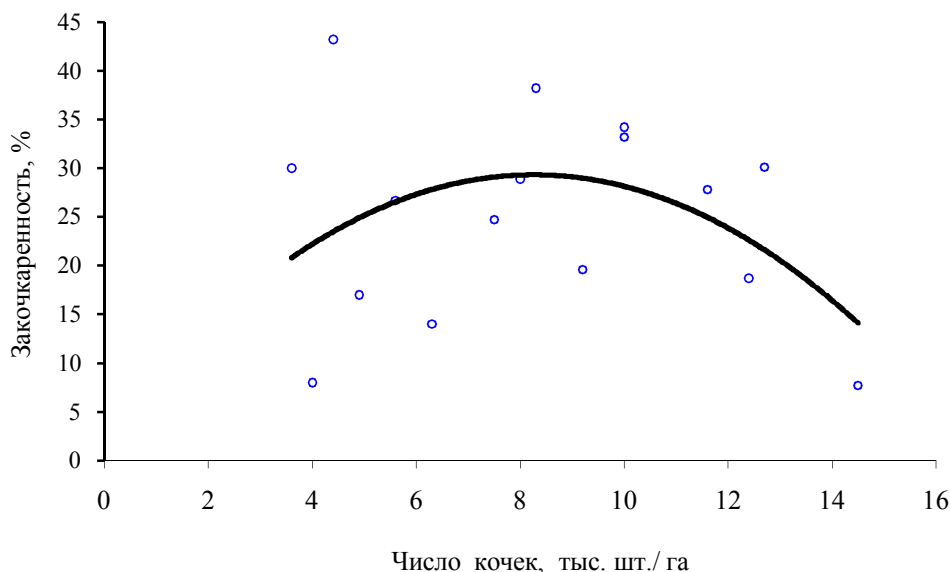


Рис. 3. Связь между числом кочек на верховых болотах и долей занятой ими площади поверхности

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. Шарпапов, 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