

Аугуст ЛООПМАНН, Арви ПАЙДЛА

О ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ В ГРЯДОВО-МОЧАЖИННЫХ КОМПЛЕКСАХ ВЫПУКЛЫХ ОЛИГОТРОФНЫХ БОЛОТ

Грядово-мочажинные комплексы занимают огромные площади в болотах таежной зоны СССР и всестороннее изучение их, в том числе и ландшафтно-экологическое, имеет большое теоретическое и практическое значение.

Настоящие исследования проводились (в составе болотной экспедиции Московского государственного университета*) в средней части западно-сибирской низменности, но выявленные закономерности, очевидно, действительны и для других регионов распространения грядово-мочажинных комплексов. Целью исследования было выяснить:

различия термического режима в поверхностных слоях торфа и в приземных слоях воздуха на грядах и в мочажинах;

различия термического, кислородного и уровня режима в разных частях мочажин и влияние этих факторов на растительность мочажин.

Все наблюдения и измерения проводились на выпуклом болотном массиве между реками Тапат-Ега (бас. р. Салыма) и Кевру-Ягун (бас. р. Югана). Упомянутый массив находится в северной части огромной Салым-Юганской (Ханты-Мансийский автономный округ, Нефтеюганский район, Каюково) болотной системы, общая площадь которого 7392 км² (Логонов, 1957). По районированию западносибирских болот, составленному ГГИ (Болота..., 1976), изучаемое болото находится в зоне выпуклых олиготрофных (сфагновых) болот, входя в Обь-Иртышский сильнозаболоченный район особо крупных сложных олиготрофных систем Демьяно-Васюганского подрайона. По данным названной монографии в болотах этого подрайона лесные и мохово-лесные микроландшафты занимают 44% от общей площади, грядово-мочажинные — 33% и грядово-озерковые — 23%.

В изучаемом нами болоте, по данным линейной таксации, лесные и мохово-лесные микроландшафты составляют 26%, мохово-травяные и травяные — 11%, грядово-мочажинные — 63%. Из общей площади грядово-мочажинных комплексов $\frac{2}{3}$ занимают развитые (крупномочажинные) комплексы, где длина мочажин составляет 100—200 и более метров, ширина 8—65 м (в среднем 16 м), причем мочажины составляют 35—86% (в среднем 60%) площади. По профилю вдоль уклона на 100 м насчитывается в среднем 3,8 мочажины. Высота гряд над уровнем мочажин равна 40—65 см. Глубина торфяной залежи в болоте 1,1—5,5 м, в среднем 3,7 м, степень разложения торфа 20—40%.

Выпуклость массива над уровнем реки Тапат-Ега 6,2 м, над Кевру-Ягун — 4,0 м.

* Авторы статьи искренне благодарны начальнику экспедиции О. Л. Лисс за возможность участия в полевых работах.

Термический режим гряд и мочажин изучался в крупномочажинном комплексе в центре болотного массива. Измерения температуры, глубины уровня и содержания кислорода в болотной воде проводились и в других подтипах грядово-мочажинного комплекса.

Методика исследования и обработка данных

Наблюдения за температурой торфа и приземных слоев воздуха проводились в 2 пунктах на расстоянии 25 м друг от друга; один пункт находился на гряде, другой — в середине мочажины. В обоих пунктах были заложены термометры типа Савинова, срочный термометр на поверхности торфа и попарно минимальный и максимальный термометры на высоте 2, 20 и 50 см от поверхности. На мочажине одна пара термометров была установлена на высоте 200 см.

Наблюдения проводились в 7, 13 и 19 ч по местному времени в июле и августе 1978 г. Кроме того, измерялись минимальные и максимальные температуры на высоте 2 и 200 см от поверхности, а также срочная температура на высоте 200 см в 60-летнем сосняке на суходоле.

При обработке данных по месяцам были вычислены средняя температура (\bar{x}) и ее обобщенная ошибка ($S_{\bar{x}}$), стандартное отклонение (S), коэффициент корреляции (r) и разница между температурой гряды и мочажины. В некоторых случаях были приведены также расчетные пределы этих параметров ($\bar{x} \pm 3S$).

В рамках изучения экологических условий в определенных зонах мочажин проводились одновременные измерения содержания кислорода и температуры воды при помощи электрического измерителя «OKSIMET-1», а также глубины уровня воды при помощи трубы-измерителя, сконструированного А. Лоопманном. В точках измерений определялись растительные сообщества. Статистическая обработка этих данных проводилась аналогично обработке предыдущих, причем параллельно выделялись местоположение в мочажине и растительная характеристика полосы — зоны растительного сообщества.

По нашим сведениям такие исследования в условиях Западной Сибири проведены впервые.

1. Различия в термическом режиме торфа гряд и мочажин

Результаты исследований

Различие термического режима верхнего, деятельного 20-сантиметрового слоя торфа на мочажинах и грядах настолько значительное, что это, несомненно, сказывается на растительности. Кроме того, такое же различие в термическом режиме в большей мере зависит от вида и характера растительности, т. е. различия термического режима и растительности в грядово-мочажинном комплексе тесно связаны между собой и сильно воздействуют друг на друга.

По данным полевых наблюдений установлено, что в летний период температура торфа в мочажинах выше, чем на грядах. Разница достигала 4°C (средняя декадная), причем она увеличивается с увеличением средней температуры воздуха и глубины залегания слоя торфа (в пределах 20 см). Ежедневные максимальные различия наблюдаются утром, минимальные вечером (табл. 1). Вышесказанное объясняется, видимо, фактом, что мочажинный торф благодаря значительной влажности имеет

Таблица 1

Температура торфа гряд и мочажин в развитом (крупномочажинном) грядово-мочажинном комплексе (Каюково, июль—август 1978 г.)

Глубина, см	Время суток	Место наблюдений	Температура				Стандартное отклонение (S)		Коэффициент корреляции (r)	
			экстремальная		средняя (\bar{x})		июль	август	июль	август
			мин.	макс.	июль	авг.				
20	7	М	13,2	16,4	15,5	13,6	0,65	0,32	0,965	0,645
		Г	10,5	12,5	11,6	10,9	0,62	0,49		
		Р	2,7	3,9	3,9	2,7				
	13	М	13,1	16,3	15,4	13,4	0,68	0,27	0,943	0,209
		Г	10,3	12,6	11,5	10,5	0,70	0,21		
		Р	2,8	3,7	3,9	2,9				
	19	М	13,3	16,3	15,4	13,5	0,78	0,23	0,928	0,463
		Г	10,3	12,7	11,7	10,9	0,82	0,39		
		Р	3,0	3,6	3,7	2,6				
15	7	М	13,5	17,0	15,9	14,0	0,80	0,32	0,738	0,334
		Г	10,4	14,0	12,6	11,4	1,05	0,86		
		Р	2,9	3,0	3,3	2,6				
	13	М	13,5	16,9	15,7	13,8	0,84	0,26	0,452	0,050
		Г	10,4	16,0	12,9	11,3	1,57	0,55		
		Р	3,1	0,9	2,8	2,5				
	19	М	13,5	16,9	15,8	14,0	0,93	0,34	0,685	0,371
		Г	11,0	16,4	13,8	12,8	1,48	0,82		
		Р	2,5	0,5	2,0	1,2				
10	7	М	13,0	17,7	16,1	13,7	1,05	0,56	0,806	0,823
		Г	10,2	14,5	12,9	11,5	1,23	1,06		
		Р	2,8	3,2	3,2	2,2				
	13	М	13,3	17,7	16,3	13,8	1,14	0,32	0,614	0,483
		Г	10,4	15,6	13,4	11,4	1,63	0,60		
		Р	2,9	2,1	2,9	2,4				
	19	М	13,7	18,5	16,7	14,5	1,38	0,46	0,706	0,622
		Г	11,4	17,2	14,5	13,2	1,72	0,83		
		Р	2,3	1,3	2,2	1,3				
5	7	М	12,4	17,8	16,1	13,4	1,19	0,76	0,841	0,812
		Г	8,6	15,7	13,1	11,0	1,56	1,78		
		Р	3,8	2,1	3,0	2,4				
	13	М	13,8	18,9	17,4	14,4	1,48	0,35	0,742	0,664
		Г	12,5	19,8	15,8	13,3	2,40	0,90		
		Р	1,3	-0,9	1,6	1,1				
	19	М	13,8	19,9	17,6	15,0	1,66	0,63	0,856	0,755
		Г	12,6	19,1	15,9	14,2	2,00	1,04		
		Р	1,2	0,8	1,7	0,8				
0	7	М	12,5	22,5	19,4	14,8	2,78	1,96	0,976	0,919
		Г	11,0	21,6	18,3	13,2	2,97	2,47		
		Р	1,5	0,9	1,1	1,6				
	13	М	14,0	34,8	22,9	20,3	5,93	3,46	0,896	0,870
		Г	13,9	30,6	22,6	18,0	5,34	3,14		
		Р	0,1	4,2	0,3	2,3				
	19	М	11,6	20,1	16,9	14,4	2,79	1,80	0,947	0,785
		Г	11,4	21,4	17,6	14,8	2,90	2,26		
		Р	0,2	-1,3	-0,7	-0,4				

Примечание. М — мочажина, Г — гряда, Р — разница.

Рис. 1. Изменение температуры торфа в грядово-мочажинном комплексе (Каюково, 24/VII 1978 г.).

меньше альбедо солнечной радиации, что способствует аккумуляции тепла в торфе.

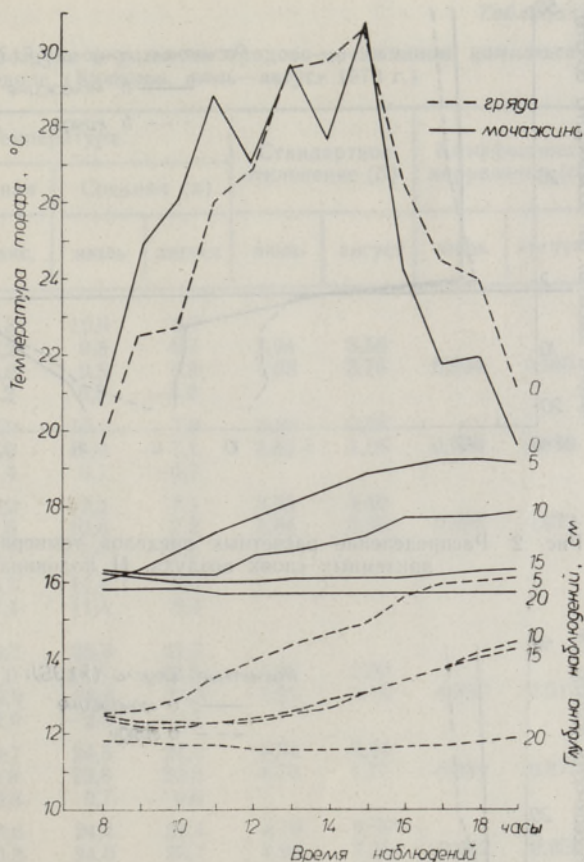
Колебания температуры торфа находятся в корреляции с колебаниями температуры воздуха, но на гряде колебание намного резче (стандартное отклонение до 2,5 раза больше, чем в мочажине). Это объясняется различиями в теплоемкости; с меньшей теплоемкостью грядовый торф реагирует резче на колебание температуры воздуха.

Коррелятивные связи между температурой грядового и мочажинного торфа наибольшие на поверхности его ($r=0,78-0,98$), что показывает сходство режима теплообмена между воздухом и почвой. Дальнейшее движение теплотока в глубину зависит от теплопроводности и -емкости, которые в мочажинном и грядовом торфе различаются в значительной мере. Дневной теплоток поступает в грядовом торфе на глубину 15 см на 5—6 ч раньше, чем в мочажинном торфе (рис. 1). Ввиду этого коррелятивная связь между температурой гряд и мочажин на глубине 15 см наименьшая ($r=0,05-0,74$).

На глубине 20 см дневные колебания температуры воздуха затухают; колебание температуры торфа на этой глубине зависит от суммы температур воздуха на протяжении длительного периода. Если температура воздуха имеет длительную одностороннюю тенденцию (например, во II половине июля 1978 г. потепление), то это вызывает тесную связь между температурой торфа гряд и мочажин ($r=0,3-0,96$); в противоположном случае связи слабеют (I половина августа 1978 г., $r=0,21-0,64$).

Дневной ход колебания температуры в торфе приведен на рис. 1, расчетные пределы температуры — на рис. 2 и 3.

В заключение можно утверждать, что термические условия для произрастания растений на грядах хуже, чем в мочажинах. Однако прирост торфа (т. е. биопродукция) на грядах превышает таковой на мочажинах. Это показывает, что другие экологические факторы, как лучший режим воды и воздуха, а также большая минерализация торфа в деятельном слое компенсируют плохие термические условия произрастания растительности.



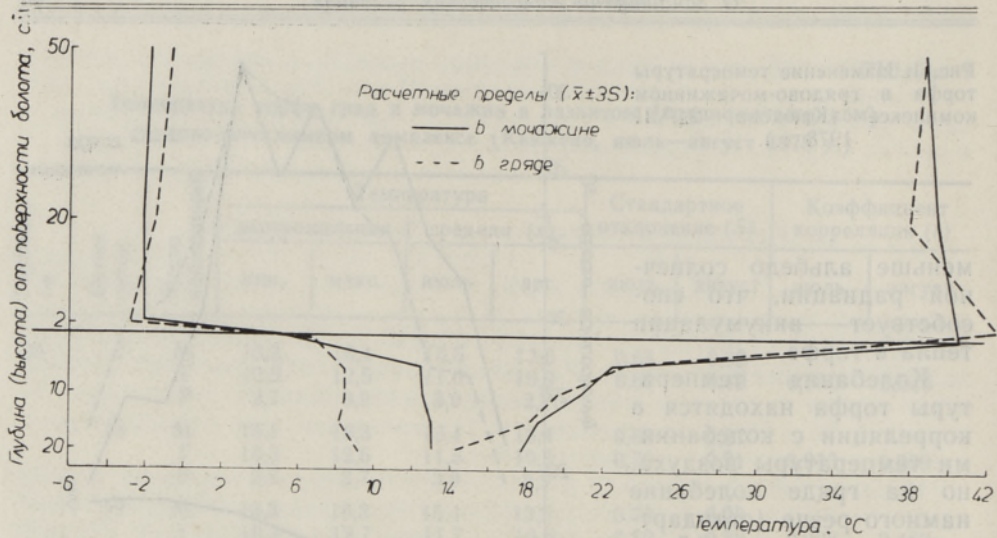


Рис. 2. Распределение расчетных пределов температуры в верхних слоях торфа и приземных слоях воздуха. II половина июля (Каюково).

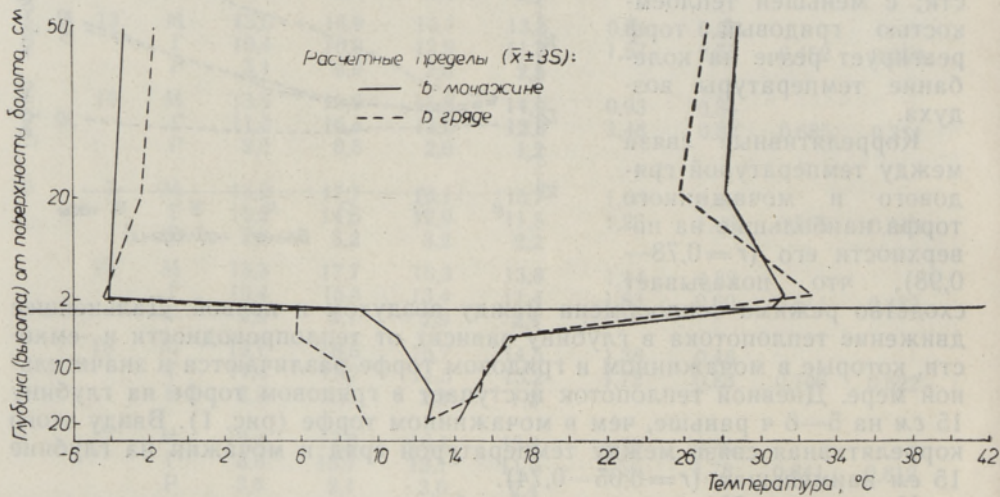


Рис. 3. Распределение расчетных пределов температуры в верхних слоях торфа и приземных слоях воздуха. I половина августа (Каюково).

2. Экстремальные температуры в приземных слоях воздуха над грядами и мочажинами

Данные наших наблюдений показывают, что экстремальные температуры воздуха над мочажинами и грядами часто совпадают или разница бывает в пределах ошибки ($\pm S_x$). Из этого следует, что термический режим приземных слоев воздуха над мочажинами и грядами весьма сходен, и следовательно, различие в термическом режиме их торфа не зависит от термического режима приземных слоев воздуха.

При этом наблюдаются следующие тенденции. Минимальные темпе-

Таблица 2

Температура приземных слоев воздуха в развитом грядово-мочажинном комплексе и сосняке на суходоле (Кяюково, июль—август 1978 г.)

Наблюдения	Высота, см	Место наблюдений	Температура				Стандартное отклонение (S)		Коэффициент корреляции (r)	
			Экстремальная		Средняя (x)		июль	август	июль	август
			мин.	макс.	июль	август				
Мини- маль- ная темпе- ратура дня	2	С	4,1	16,8	10,9	8,7				
		М	2,0	16,2	9,8	6,7	3,94	3,58		
		Г	1,8	16,0	9,5	6,9	4,08	3,76	0,994	0,987
		Р	0,2	0,2	0,3	-0,2				
	20	М	2,4	17,0	10,1	7,0	4,06	3,57		
		Г	2,5	16,6	10,0	7,1	3,85	3,14	0,998	0,980
		Р	-0,1	0,4	0,1	-0,1				
	50	М	2,6	16,9	10,2	7,1	3,98	3,46		
		Г	2,8	17,6	10,8	7,2	3,84	2,97	0,998	0,979
		Р	-0,2	-0,7	-0,6	-0,2				
	200	С	4,3	16,7	11,4	8,5				
		М	4,0	17,4	11,4	8,4				
Макси- мальная темпе- ратура дня	2	С	13,1	33,7	25,8	21,7				
		М	14,9	31,0	24,8	22,6	5,23	2,90		
		Г	15,6	33,9	26,8	23,3	5,21	3,16	0,957	0,913
		Р	-0,7	-2,9	-2,0	-0,7				
	20	М	14,9	30,7	24,5	21,1	4,94	2,36		
		Г	16,6	29,9	23,8	20,5	4,70	1,77	0,989	0,875
		Р	-1,7	0,8	0,7	0,6				
	50	М	15,0	30,6	24,4	21,1	4,79	2,59		
		Г	15,9	30,5	24,0	20,7	4,93	2,23	0,992	0,952
		Р	-0,9	0,1	0,4	0,4				
	200	С	12,3	30,4	22,4	21,8				
		М	16,7	29,0	23,6	20,5				

Примечание. С — суходол, М — мочажина, Г — гряда, Р — разница.

ратуры согласуются чаще и коррелируются лучше, чем максимальные (табл. 2).

Наибольшие амплитуды суточных температур отмечены на высоте 2 см над грядами, на высоте 20 и 50 см — над мочажинами (рис. 2 и 3).

Минимальная температура воздуха на высоте 2 см на суходоле до 1—2° выше, чем в грядово-мочажинном комплексе. На высоте 200 см такой разницы нет. В максимальных температурах подобные разницы колеблются в пределах 1—2°, но в распределении их нет закономерности.

3. Экологические условия в разных зонах (полосах) мочажин

Температура воды. Вода, протекающая через грядово-мочажинный комплекс из верхнего по уклону части массива в нижний, не имеет одинаковой температуры по всей линии протекания. По вышеприведенным данным температура грядового торфа ниже температуры мочажинного торфа, ввиду чего вода, протекающая через гряды, охлаждается. Поэтому вода в верхней по уклону зоне мочажин обычно холоднее, чем

Таблица 3

Содержание кислорода в воде, температура и глубина уровня воды в зависимости от местоположения в мочажине и типа грядово-мочажинного комплекса (Каюково, июль—август 1978 г.)

Тип грядово-мочажинного комплекса	Местонахождение в мочажине по участку (зона)	Число измерений (n)	Содержание кислорода, мг/л			Температура воды, °С			Глубина уровня воды, см					
			мин.	макс.	\bar{x}	S	мин.	макс.	\bar{x}	S	мин.	макс.	\bar{x}	S
Мелкомочажинный	В	3	2,1	4,5	3,1	13,5	14,1	13,8	10	12	11,0			
	Ц	5	2,0	4,5	3,4	15,1	17,0	16,2	0	10	3,2			
	Н	3	3,9	4,3	4,1	14,4	15,5	14,9	8	24	15,7			
Среднемочажинный	В	13	1,2	4,0	2,4	13,3	14,2	13,9	8	15	10,5			
	Ц	13	1,1	4,0	2,6	13,8	15,8	14,5	0	10	6,3			
	Н	11	2,0	4,8	3,0	13,4	14,5	14,0	4	12	8,5			
Крупномочажинный (пикет 17)	В	5	1,7	5,0	2,6	13,8	14,8	14,3	5	12	9,0			
	Ц	9	1,8	4,8	3,4	13,3	16,8	15,4	0	8	2,2			
	Н	9	2,0	5,0	3,6	13,3	17,0	15,4	4	13	8,0			
Крупномочажинный (пикет 19)	В	5	1,7	3,2	2,2	13,0	15,2	14,3	3	14	7,4			
	Ц	8	0,7	4,7	1,5	13,7	17,8	15,0	0	5	2,0			
	Н	4	0,8	2,5	1,6	14,5	14,8	14,7	2	12	7,2			
Крупномочажинный (пикет 20)	В	7	0,8	3,8	2,7	14,0	15,8	14,8	3	15	8,7			
	Ц	4	0,9	4,0	2,2	14,3	17,8	16,3	0	4	0,5			
	Н	6	1,0	4,0	2,9	14,1	15,9	14,8	0	18	10,2			
Среднее	В	33	0,8	5,0	2,5	13,0	15,8	14,2	3	15	9,5		3,1	
	Ц	39	0,7	4,8	2,6	13,3	17,8	15,2	0	10	3,5		3,3	
	Н	33	0,8	5,0	3,1	13,3	17,0	14,7	0	24	9,2		4,7	

Примечание. В — верхнее, Ц — центральное, Н — нижнее.

в остальных зонах. В центре мочажины происходит потепление воды (табл. 3). Разница эта небольшая — в среднем 1° , но систематическая. Исключениями являются те мочажины, где наблюдается выход внутризалежных вод и газов. При этом отмечено, что минимальные температуры воды разных зон различаются меньше, чем максимальные. За счет двух противодействующих явлений (нагревание солнцем и охлаждение внутризалежными водами) температура воды в середине мочажин наиболее изменчива (стандартное отклонение в 2 раза больше, чем в верхней зоне).

Содержание кислорода в воде при протекании ее через мочажину и гряды изменяется аналогично температуре воды. По нашим наблюдениям, гряды действуют как природные фильтры, используя кислород в воде для жизнедеятельности растений и разложения торфа. Поэтому в верхней зоне мочажин отмечено самое низкое содержание кислорода в воде (в среднем $2,5$ мг/л, т. е. насыщенность кислородом около 25%). Протекая вниз по уклону, вода обычно насыщается кислородом, особенно в центральной части мочажины. Наибольшее содержание кислорода наблюдается в нижней зоне мочажин. В среднем содержание кислорода в воде одной крупной (ширина $20-30$ м) мочажины увеличивается на $1-1,5$ мг/л, или 20—30%. Но бывают и исключения. Если в средней части мочажины имеются лужи воды (диаметром до нескольких метров и глубиной до 30 см) с плавающими сфагнами, тогда вода насыщается кислородом гораздо больше. В таких условиях было измерено содержание кислорода до 11 мг/л, т. е. насыщенностью около 120%. Последнее обусловлено фотосинтезом сфагновых мхов. Интенсивный выход внутризалежных газов, наоборот, приводит к содержанию растворенного кислорода до минимума (в подобных случаях содержание кислорода составляло лишь $0,7-0,8$ мг/л).

Глубина уровня воды. Так как поверхность мочажин имеет вогнутую форму, вода залегает в разных зонах мочажин на различной глубине. Разница может достигать 25 см. В среднем глубина уровня воды в верхней и нижней зоне мочажины практически одинакова; по нашим измерениям, она равна соответственно $9,5$ и $9,2$ см. В центральной зоне мочажин глубина воды от поверхности болота не превышала 10 см, в среднем равнялась $3,5$ см. Интересно и труднообъяснимо то, что нередко поверхность грунтовых вод в мочажине также вогнутая. Согласно нивелировке, максимальная вогнутость в мочажине шириной $20-40$ м достигала 3 см. Причиной такого явления может быть различие в испарении, а частично это обусловлено капиллярным поднятием воды.

Коррелятивные связи между отдельными экологическими факторами в разных зонах мочажин. В общем коррелятивные связи между температурой воды, содержанием кислорода в ней и глубиной уровня воды не очень тесные, местами даже слабые, но некоторые закономерности имеются (табл. 4).

В верхней зоне никакой связи между температурой воды и содержанием кислорода в ней нет ($r=0,01$). В центральной части мочажины в этом отношении наблюдается положительная связь ($r=0,54$). Последнее противоречит физическому смыслу содержания кислорода в воде (имеется отрицательная связь) и хорошо показывает, что в центральной зоне происходит одновременное нагревание воды и обогащение ее кислородом при помощи одних и тех же факторов (происходит движение теплых, оснащенных кислородом, приземных слоев воздуха и более интенсивное поглощение солнечной радиации).

Таблица 4

Коррелятивные связи между содержанием кислорода в воде, температурой воды и глубиной уровня воды в разных зонах мочажины (Каюково, июль—август 1978 г.)

Местоположение в мочажине	Коэффициент корреляции, <i>r</i>							
	Содержание кислорода, мг/л		Температура воды, °С			Глубина уровня воды, см		
	Центральное	Нижнее	Верхнее	Центральное	Нижнее	Верхнее	Центральное	Нижнее
Содержание кислорода								
Верхнее	0,709	0,870	0,006			0,241		
Центральное	x	0,953		0,540			0,152	
Нижнее	x	x			0,431			0,306
Температура воды								
Верхнее	×	×	×			-0,476		
Центральное	×	×	×	×			-0,393	
Нижнее	×	×	×	×	×			-0,253

Наилучшая связь между содержанием кислорода в центральной и нижней зонах ($r=0,95$), а также общее увеличение содержания кислорода в воде (как было указано ранее) свидетельствуют, что обогащение кислородом происходит по всей ширине мочажины довольно равномерно.

Глубина залегания уровня воды и температура ее имеет отрицательную связь, что следовало и ожидать: однако связь не очень тесная. Последнее явно зависит от условий движения и выклинивания воды в мочажинах.

4. Связь растительных сообществ мочажин с абиотическими экологическими факторами

В начальной стадии развития грядово-мочажинного комплекса в условиях мелких мочажин в распределении растений и их сообществ закономерностей не отмечено. В средней стадии развития (среднемочажинный комплекс) местами наблюдаются уже закономерности в распределении растений. В крупномочажинных грядовых комплексах явно отмечается строгая закономерность распределения мочажинных растительных сообществ. Каждое сообщество растет в определенных экологических условиях и может служить индикатором.

Нами было выявлено 5 таких сообществ и определены общие их экологические характеристики (табл. 5).

Carex pauciflora — *Andromeda polifolia* — *Sphagnum fuscum*

Сообщество развивается полосой (ширина 2—3 м) в крайней верхней части мочажины. В самом сообществе *C. pauciflora* растет гуще в верхней части полосы шириной 0,5—1 м. *A. polifolia* произрастает в основном ниже полосы *C. pauciflora*.

Иногда нижняя часть описываемой полосы покрыта лишь сплошным покровом *S. fuscum*.

Поскольку это сообщество распространяется в крайней верхней части мочажины, то здесь она подвергается наибольшему влиянию

Таблица 5

Температура воды, уровень и содержание кислорода в воде в разных растительных сообществах мочажин

Показатель	Местоположение в мочажине				
	Верхнее	Центральное			Нижнее
	Растительные сообщества и их характеристика				
	<i>Carex pauciflora</i> — <i>Andromeda polifolia</i> — <i>Sphagnum fuscum</i>	<i>Carex limosa</i> — <i>Scheuchzeria palustris</i> — <i>Sphagnum papillosum</i>	<i>Carex limosa</i> — <i>Sphagnum balticum</i> — <i>Sphagnum majus</i>	<i>Rhynchospora alba</i>	<i>Baeothryon caespitosum</i> — <i>Rhynchospora alba</i>
	Влияние вышенаходящей гряды	Типичная центральная зона	Обводненные ложбины	Выход газов, пятна оголенного торфа	Застой воды
Температура воды, °С	$\bar{x}=13,81$ $n=32$	$\bar{x}=15,05$ $n=41$	$\bar{x}=16,67$ $n=10$	$\bar{x}=13,41$ $n=5$	$\bar{x}=14,59$ $n=32$
Уровень воды от поверхности болота, см	$\bar{x}=12,1$ $n=30$	$\bar{x}=5,1$ $n=34$	$\bar{x}=1,8$ $n=6$	$\bar{x}=0,8$ $n=10$	$\bar{x}=9,6$ $n=32$
Содержание кислорода в слое 0—30 см, мг/л	$\bar{x}=2,48$ $n=28$	$\bar{x}=2,95$ $n=34$	$\bar{x}=4,90$ $n=5$	$\bar{x}=1,66$ $n=22$	$\bar{x}=3,26$ $n=22$

вышенаходящей гряды. Ввиду этого температура воды ($\bar{x}=13,8^\circ$) и содержание кислорода в ней ($\bar{x}=2,5$ мг/л) ниже, чем в верхней зоне мочажин в целом. Средняя глубина уровня воды от поверхности болота равна здесь 12 см.

Carex limosa — *Scheuchzeria palustris* — *Sphagnum papillosum*

Это самое распространенное и наиболее типичное сообщество в центральной части мочажин.

Ширина полосы зависит от ширины мочажины, в среднем равна 10—15 м.

В этом сообществе вода нагревается на $1-1,5^\circ$ ($\bar{x}=15,0^\circ$), а содержание кислорода увеличивается на 20% ($\bar{x}=3,0$ мг/л). Уровень воды ($\bar{x}=5,0$ см) находится немного глубже, чем в центральной зоне мочажин в среднем.

Rhynchospora alba

В сообществе остальные виды растений отсутствуют или произрастают редкие сфагновые мхи. Сообщество почти без исключения развивается в тех местах, где происходит выклинивание внутризалежных вод и газов. В местах интенсивного выхода газов на поверхности мочажины образуются пятна оголенного торфа и там *R. alba* покрывает лишь их окраины.

В местах, где выход газов происходит равномерно по площади, поверхность мочажины выпучивается и нередко *R. alba* покрывает ее сплошным плотным покровом,

Экологические условия в сообществе наихудшие в мочажине. Уровень грунтовых вод почти совпадает с уровнем поверхности болота ($\bar{x}=1,0$ см); за счет выхода внутризалежных вод и газов содержание кислорода ($\bar{x}=1,6$ мг/л) и температура воды ($\bar{x}=13,4^\circ$) наименьшие.

Carex limosa — *Sphagnum balticum* — *Sphagnum majus*

Сообщество развивается в ложбинах центральной части мочажин, нередко вокруг мелких луж. Сфагновые мхи образуют там негустой, плавающий покров, который в процессе фотосинтеза обогащает воду кислородом. В результате этого в сообществе наблюдается самое высокое содержание кислорода в воде мочажин ($\bar{x}=4,9$ мг/л).

В отдельных, более глубоких лужах содержание кислорода достигало 11 мг/л. В сообществе происходит одновременно и заметный нагрев воды; видимо, за счет низкого значения альбеда. Температура воды ($\bar{x}=16,7^\circ$) там на $1,5^\circ$ выше, чем в центральной зоне в целом.

Baeothryon caespitosum — *Rhynchospora alba*

Сообщество развивается полосой или островками в нижней части мочажины; нижняя граница сообщества в большинстве случаев является границей мочажины. *B. caespitosum* растет несколько гуще на контакте нижней гряды, а *R. alba* — выше его, где нередко наблюдается слабый выход газов.

В полосе распространения этого сообщества доминирует режим наибольшей застойной обводненности, что обусловлено подпорным влиянием гряд. В общем экологические условия в этом сообществе близки нижней части мочажин в целом.

Выводы

1. Температура торфа (среднедекадная) летом в мочажинах до 4° выше, чем на грядах. При этом наибольшие различия наблюдаются утром и на глубине 20 см, наименьшие — вечером и на поверхности. Колебания температуры торфа на грядах резче, чем в мочажинах (стандартное отклонение до 2,5 раза больше). Суточные колебания температуры затухают на глубине 20 см.
2. Различия температуры приземных слоев воздуха над грядами и мочажинами незначительные.
3. Температура и содержание кислорода болотных вод, протекающих вдоль линии стекания, имеют изменчивый характер; гряды поглощают из воды кислород и снижают температуру воды деятельного слоя, в мочажинах происходит нагревание воды и обогащение ее кислородом. В мочажине шириной 20—30 м вода в среднем нагревается на $1,5^\circ$ (или 10%) и обогащается кислородом на 1 мг/л (или 30%).
Нагревание воды происходит за счет более интенсивного поглощения солнечной радиации в мочажине, обогащение воды кислородом — в результате аэрации и, местами, фотосинтеза.
4. В мочажинах грядово-крупномочажинного комплекса хорошо выражены зоны с различными экологическими условиями и соответствующими им (индикаторами) растительными сообществами. Нами выделены 3 зоны и 5 сообществ: верхняя (по уклону массива) зона с сообществом *Carex pauciflora* — *Andromeda polifolia* — *Sphagnum fuscum*;

центральная зона с сообществами *Carex limosa* — *Scheuchzeria palustris* — *Sphagnum papillosum*; *Rhynchospora alba*; *Carex limosa* — *Sphagnum balticum* — *Sphagnum majus*; нижняя зона с сообществом *Baeothryon caespitosum* — *Rhynchospora alba*.

5. Наихудшие условия произрастания болотной растительности наблюдаются на тех участках центральной зоны, где происходит выклинивание внутризалежных газов и вод. Единственным растением, способным произрастать в таких условиях, является *Rhynchospora alba*. Нередко встречаются пятна без растительности.

ЛИТЕРАТУРА

- Болота Западной Сибири, их строение и гидрологический режим. Л., 1976, 19—39.
 Логинов П. Е. О работах Западно-Сибирской торфоразведочной экспедиции. —
 В кн.: Сборник статей по изучению торфяного фонда. М., 1957, вып. 2, 15—30.

Таллинский ботанический сад
 Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
 4/VI 1980

August LOOPMANN, Arvi PAIDLA

MAASTIKULIS-ÖKOLOOGILISTEST TINGIMUSTEST KUMERRABADE PEENAR-ÄLVES-KOMPLEKSIDES

Lääne-Siberi madaliku keskosa soodel tehtud uurimuste alusel on analüüsitud raba peenar-älves-komplekside eri osade hapniku-, põhjavee- ja termilist režiimi. Älveste eri tsoonides on uuritud ökoloogiliste faktorite seoseid taimestikuga. Väljakujunenud älvestel on eristatud viis erineva ökoloogilise nõudlusega taimekooslust ja toodud nende lühiseloomustus.

August LOOPMANN, Arvi PAIDLA

ECOLOGICAL CONDITIONS IN THE RIDGE — POOL COMPLEXES OF RAISED BOGS

The oxygen, ground-water and thermal regime in the different parts of the ridge — pool complexes was analyzed on the basis of the studies carried out in the middle part of the West Siberian Lowland bogs. Connections between plant communities and ecological factors have been studied in different zones of pools. Five plant communities with different ecological demands have been differentiated in the developed pools.