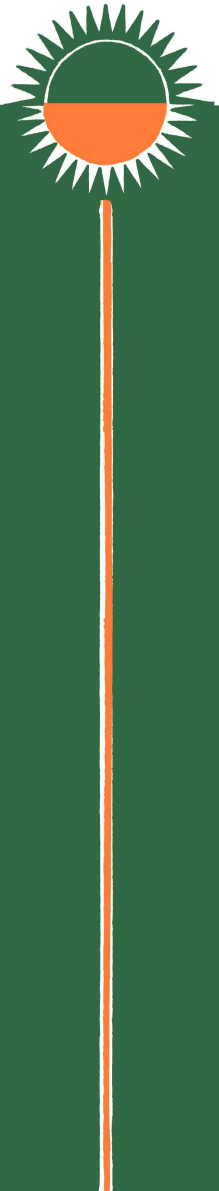
РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НА УРАЛЕ



СВЕРДЛОВСК · 1981

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НА УРАЛЕ

СВЕРДЛОВСК, 1981

УДК 630.111+630.116

Роль экологических факторов в лесообразовательном процессе на Урале: [Сб. статей]. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981.— 111 с.

Публикуются материалы исследований, характеризующие влияние экологических, особенно микроклиматических и эдафических, факторов на формирование различных типов леса и их устойчивость. Значительное внимание уделено работам, отражающим зависимость продукционных процессов у хвойных пород от факторов среды под пологом леса и на вырубках. Рассматриваются вопросы гидрологии лесов, в том числе и влияние осушения на динамику уровней почво-грунтовых вод.

Сборник рассчитан на научных работников-лесоводов, экологов, гидрологов и специалистов лесного производства.

Ответственные редакторы **Р. С. Зубарева, В. И. Маковский**

© УНЦ АН СССР, 1981

Р $\frac{21006—1096}{055(02)7}$ 15—1981.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР — УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НА УРАЛЕ · 1981

Р. С. ЗУБАРЕВА, В. М. ГОРЯЧЕВ

ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ СРЕДНЕГО УРАЛА КАК ЛЕСООБРАЗУЮЩИЙ ФАКТОР

Экологическая роль микроклимата в лесных биогеоценозах известна. Однако вопросы изучения закономерностей его лесообразующего влияния в региональном аспекте, определяемом географической природой лесов, сохраняют свою актуальность.

Микроклимат лесных сообществ Среднего Урала изучается преимущественно в последние десятилетия. При этом бóльшая часть работ проводилась в антропогенно измененных сосновых лесах, реже в отдельных типах лесов других формаций (Клинцов, 1956; Смолоногов, 1960; Данилик, 1970; Соловьева, 1972; Зубарева, Горячев, 1975; Шевелев, Турков, 1975; Мурзаева, 1978; Зубарева, 1980, и др.). Данные сравнительной характеристики микроклимата коренных типов темнохвойных лесов Среднего Урала отсутствуют. Нами изучались отдельные элементы микроклимата в шести типах темнохвойных лесов (Зубарева, Горячев, 1975).

Исследования проводились в южнотаежных лесах Висимского заповедника на Среднеуральском горно-лесном биогеоценологическом стационаре. Пробные площади с пунктами микроклиматических наблюдений располагались в спелых и перестойных еловых и елово-пихтовых насаждениях, приуроченных к низкогорному топоэкологическому профилю, который проходит по северо-восточному склону горы Малый Сутук от ее вершины к подножию в пойме р. Медвежки (высота соответственно 550 и 410 м над ур. м.) [1].

---

[1] Номенклатура типов леса и нумерация пробных площадей даны согласно обозначениям, принятым для территории заповедника (Колесников, 1975). Сверху вниз по склону они следующие: пихто-ельник папоротниково-высокотравный (П-Е п-втр., пробная площадь 11); пихто-ельник липняковый (П-Е лп., пробная площадь 12); ельник крупнопапоротниковый (Е крп., пробная площадь 13); ельник мелкотравно-зеленомошниковый (Е мтр-зм., пробная площадь 14); ельник приручьевой (Е прч., пробная площадь 14а); кедро-ельник хвощово-мшистый (К-Е хв-мш., пробная площадь 15).

Таблица 1

Среднесуточная температура приземных слоев воздуха в типах леса по периодам наблюдений 1973—1976 гг., °С

Тип леса	Среднее за 1973—1976 гг.	Среднее за летние периоды 1974—1976 гг.	Июль	Август			Сентябрь	Среднее
			3	1	2	3	1	
	1973 г.							
П-Е п-втр.	10,9	12,0	12,5	11,4	14,4	9,0	6,4	10,7
П-Е лп.	12,1	13,3	13,2	11,6	14,7	10,2	6,8	11,3
Е крп.	10,8	12,1	11,3	10,3	13,3	8,8	5,7	9,9
Е мтр-зм.	11,7	12,8	12,7	11,4	14,9	10,8	6,4	11,2
Е прч.	11,3	12,6	13,6	11,6	13,7	9,5	6,9	11,0
К-Е хв-мш.	11,0	12,2	12,6	11,0	13,7	9,8	6,5	10,7

Тип леса	Май	Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Среднее
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	1974 г.													
П-Е п-втр.	4,8	9,4	8,4	15,4	17,5	14,9	17,4	12,6	12,9	6,3	8,6	7,7	9,3	11,2
П-Е лп.	5,3	12,4	9,4	16,3	21,1	15,3	18,3	14,5	15,8	11,1	10,6	8,3	9,3	12,9
Е крп.	4,8	10,9	8,5	14,7	17,1	15,2	16,3	13,0	13,8	6,0	8,9	7,9	8,0	11,2
Е мтр-зм.	5,4	12,0	9,5	15,2	19,8	15,1	16,8	12,4	13,0	6,9	9,5	7,9	9,0	11,7
Е прч.	4,8	10,3	9,4	14,1	19,8	13,8	16,0	12,7	12,6	6,7	9,5	7,2	8,4	11,1
К-Е хв.мш.	5,2	11,5	9,2	14,5	17,3	14,3	15,7	12,2	12,7	5,9	8,8	7,3	10,9	11,2

Тип леса	Май	Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Среднее
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	1975 г.													
П-Е п-втр.	9,0	11,0	11,5	12,6	14,8	13,3	12,8	11,2	8,5	10,8	9,4	9,6	5,9	10,8
П-Е лп.	9,5	11,9	12,6	13,7	16,1	13,9	14,2	13,0	9,8	10,1	10,5	12,0	7,6	11,9
Е крп.	9,1	10,7	11,3	12,3	14,4	12,8	11,5	11,0	8,9	9,5	10,1	10,3	5,7	10,5
Е мтр-зм.	8,1	12,1	12,7	13,8	16,0	14,0	13,9	13,1	9,4	5,7	10,4	11,5	7,0	11,4
Е прч.	7,6	11,7	12,3	13,5	15,8	14,0	14,1	10,6	10,0	6,2	10,5	9,8	5,2	10,8
К-Е хв-мш.	8,1	11,2	11,7	12,8	15,0	13,2	13,1	12,4	7,7	7,8	9,5	9,5	6,0	10,5

Тип леса	Май		Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Среднее
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	1976 г.														
П-Е п-втр.	9,8	5,7	12,7	13,1	11,3	11,0	9,1	15,1	13,2	12,0	9,7	9,5	3,6	—0,6	9,6
П-Е лп.	10,2	6,2	12,9	12,9	12,2	12,3	9,9	15,0	14,6	12,4	10,9	10,5	6,8	—0,3	10,8
Е крп.	9,8	6,5	12,3	12,4	11,8	12,0	10,6	14,2	13,2	12,6	10,3	9,7	6,0	—0,8	10,2
Е мтр-зм.	10,3	5,6	13,1	14,4	13,4	12,6	11,3	14,0	14,9	12,5	9,8	9,6	4,5	—0,9	10,4
Е прч.	10,8	6,9	13,1	14,3	13,6	12,3	11,3	14,9	15,6	12,9	10,6	10,4	6,5	—0,5	10,7
К-Е хв-мш.	7,0	5,1	12,9	13,5	14,4	12,7	10,4	14,4	14,0	11,3	10,1	9,9	5,6	—0,5	10,5

* 1—3 — декады.

Таблица 2

Суммы температур приземных слоев воздуха за 1973—1976 гг. по типам леса

Тип леса	Месяц					Средняя декадная	Сумма $t>10°$ от общей, %	Средняя декадная		Нарастающим итогом	
	20—31 мая	Июнь	Июль	Август	Сентябрь			Общая	с $t>10°$	Общая	с $t>10°$
	Вегетационный сезон							Летний сезон			
П-Е п-втр.	70	344	429	333	210	107	87	123	114	1107	985
П-Е лп.	95	379	466	381	248	119	89	136	122	1228	1094
Е крп.	75	352	422	339	219	108	86	124	114	1149	983
Е мтр-зм.	68	382	450	340	228	113	89	131	113	1178	1013
Е прч.	68	374	446	337	223	111	87	128	115	1155	993
К-Е хв-мш.	65	369	429	321	221	107	88	124	108	1120	932

Регулярные наблюдения за микроклиматом проводились с июля 1973 г. и с мая до конца сентября 1974—1976 гг. Погодные условия, оцененные по метеостанции Висим (см. статью Р. С. Зубаревой, В. М. Горячева в наст. сборнике), позволяют отметить общие особенности их термики. Первый сезон характеризовался теплыми весной и началом лета и температурой ниже многолетней нормы в остальную часть вегетационного периода. В 1974 г. весна, середина лета и осень были теплее нормы при близких к средним многолетним температурных показателях в остальные сроки. Сезон 1975 г. при повышенной против нормы общей сумме температур отличался засушливым летом. В 1976 г. температурные показатели в начале и конце лета были выше, а в остальные месяцы — близки к многолетней норме.

Постоянные наблюдения за температурой приземных слоев воздуха под пологом леса проводились с помощью недельных термографов, срочные — (раз в неделю) максимальных, минимальных и срочных термометров; температура корнеобитаемых горизонтов почвы замерялась термометрами Савинова.

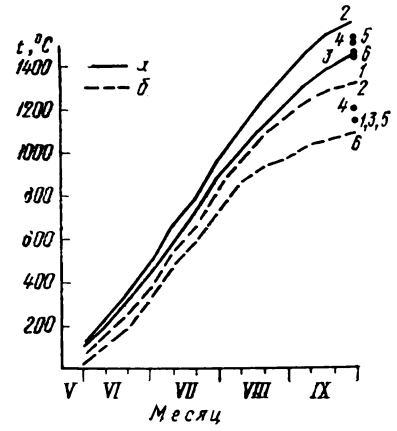


Рис. 1. Суммы температур (*а*) и активных температур (*б*) нарастающим итогом средние за вегетационные сезоны 1974—1976 гг. по типам леса (векторами приведены данные по типам леса с экстремальными значениями сумм, для остальных — показатели в конце периода наблюдений).

Типы леса: *1* — П-Е п-втр., *2* — П-Е лп., *3* — Е крп., *4* — Е мтр-зм., *5* — Е прч., *6* — К-Е хв-мш.

Таблица 3

Освещенность под пологом древостоя по типам леса при различных типах погод в конце вегетационного периода, тыс. лк

Тип леса	Ясная с редкими облаками		Пасмурная с высокой облачностью		Пасмурная со сплошной низкой облачностью	
П-Е п-втр.	4,91	(22) *	2,61	(18)	1,61	(44)
П-Е лп.	3,38	(15)	—	—	—	—
Е крп.	2,71	(12)	1,42	(10)	0,78	(21)
Е мтр-зм.	—	—	—	—	1,00	—
К-Е хв-мш.	4,52	(20)	2,20	(15)	1,58	(43)

* В скобках — % от полной освещенности.

Для работ стационара характерна комплексность, поэтому фактические данные по микроклимату, полученные для разных типов леса в различные по погодной ситуации вегетационные сезоны, представляют особый интерес.

Температурные данные пунктов наблюдений под пологом древостоев по типам леса, суммированные для всех экотопов топопрофиля, позволяют составить представление об общей характеристике термики изучаемого массива темнохвойных лесов и южнотаежных низкогорных ландшафтов Среднего Урала в целом. При этом интересно использование сравнительных показателей по темнохвойному массиву и по метеостанции Висим, расположенной на открытом участке. Так, среднесуточная температура, обобщенная за сроки наблюдений по типам леса массива, составила 11,3, а по метеостанции — 13,5°, т. е. на 16 % больше. По суммам температур и активных температур летних месяцев в годы наблюдений такие различия составили 18 %. При этом наименьшие температурные контрасты данных метеостанции и показателей по отдельным типам леса оказались около 10, а наибольшие 20 %.

Особенности термического режима отдельных типов леса, расположенных сверху вниз на топоэкологическом профиле, отражены в том же порядке в табл. 1—5 и на рис. 1—4.

Пихто-ельник папоротниково-высокотравный. По показателям термики приземных слоев воздуха под пологом древостоя (см. табл. 1 и 2; рис. 1) тип леса относится к числу холодных экотопов темнохвойного массива. Различия по суммам температур и среднесуточным температурам вегетационных периодов, по сравнению с наиболее теплым экотопом, составили в нем около 10 %. Наряду с этим для П-Е п-втр. характерна сглаженность температурных колебаний. Из данных табл. 3 и рис. 2 видно, что амплитуды среднесуточных температур приземных слоев воздуха за отдельные периоды и в целом за вегетационные сезоны здесь меньше, чем в других типах леса. Еще меньшие термические контрасты свойственны корнеобитаемой тол-

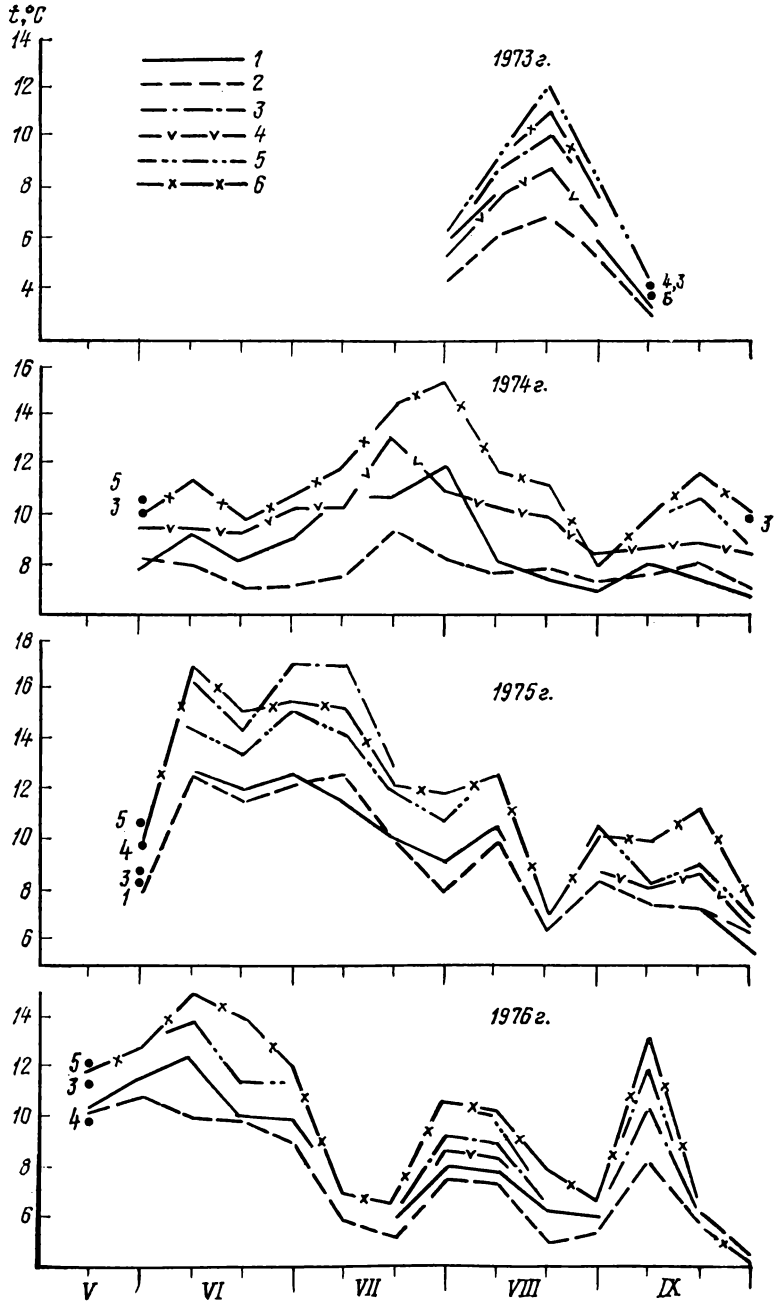


Рис. 2. Амплитуды температур приземных слоев воздуха (средние за декады) по типам леса и периодам наблюдений.

Условные обозначения те же, что на рис. 1.

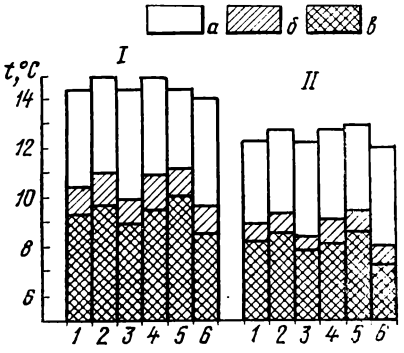


Рис. 3. Температура почвы на поверхности (*а*), глубине 5 (*б*) и 20 (*в*) см за летние (*I*) и вегетационные (*II*) периоды 1974—1976 гг. под пологом леса.

Условные обозначения те же, что на рис. 1.

ще почвенного профиля (Зубарева, Горячев, 1975; Коломыц, 1979). В экотопе отмечается также повышенная теплообеспеченность почв, особенно характерная для поздневесеннего периода вегетационных сезонов.

Комплекс термических условий с другими факторами среды имеет определенное экологическое значение. Так, холодный микроклиматический фон приземных слоев воздуха ограничивает набор древесных видов-эдификаторов коренных биогеоценозов, придавая таежный облик темнохвойным древостоям. Сочетание такого фона с водно-физическими свойствами почв (Зубарева и др., 1976, 1979) определяет также горизонтальную структуру древесного полога, неравномерность и разреженность. Снежный покров (Шевелев, 1975), смягчающий термический режим почв зимой, и теплые почвы бóльшую часть вегетационного сезона способствуют развитию высокотравья с обилием неморальных видов. Этому же способствуют фон солнечной радиации и освещенность, более повышенные, чем под пологом темнохвойных древостоев других типов леса (см. табл. 3, рис. 4). Полученные термические показатели свидетельствуют о влиянии их на фитоценотическую стабильность коренных сообществ типа леса.

Пихто-ельник (ельник) липняковый. Особенности термического режима П-Е лп. определяются наибольшим общим количеством тепла под пологом его фитоценозов. Среднесуточные температуры приземных слоев воздуха отличались от наиболее холодных экотопов примерно на 10 % (из всех сроков наблюдений соответственно 12,1 и 10,8°). В подобных же соотношениях находятся показатели сумм температур и активных температур по отдельным периодам и нарастающим итогом за летние сезоны и в целом за вегетационные сезоны (см. табл. 2, рис. 1.)

Температурные показатели по корнеобитаемым почвенным горизонтам П-Е лп. (см. табл. 4, рис. 3) свидетельствуют о бóльшем прогревании почв в вегетационные сезоны, по сравнению с другими экотопами. Особенно высокие показатели отмечаются весной до массового развития травяного покрова и распускания листьев у липы, снижающих солнечную радиа-

Таблица 4

Средние температуры почвы в 13,0 ч под пологом древостоя по типам леса 1974—1976 гг., °С

Тип леса	На поверхности			На глубине 5 см			На глубине 20 см		
	1974 г.	1975 г.	1976 г.	1974 г.	1975 г.	1976 г.	1974 г.	1975 г.	1976 г.
П-Е п-втр.	15,3*	14,4	13,7	11,0	9,8	10,4	9,5	8,4	10,1
	12,9	12,3	11,7	9,2	8,7	9,0	8,3	7,6	8,7
П-Е лп.	15,2	15,6	14,0	11,4	10,6	11,0	9,9	9,7	9,7
	12,8	13,2	12,3	9,5	9,2	9,4	8,6	8,4	8,5
Е крп.	14,8	14,7	13,9	10,2	9,1	10,6	8,8	8,5	9,5
	12,3	12,6	11,9	8,4	8,2	8,8	7,6	7,7	8,1
Е мтр-зм.	15,3	15,0	14,6	11,0	10,5	11,3	9,3	8,7	10,3
	12,3	13,1	12,9	8,8	9,2	9,5	7,7	7,9	8,7
Е прч.	14,6	14,4	14,7	11,1	10,6	11,5	9,5	9,8	10,7
	12,2	13,4	13,1	8,9	9,5	9,9	7,9	8,9	9,2
К-Е хв-мш.	14,3	14,0	13,7	10,7	8,6	9,5	9,5	7,5	8,7
	12,1	12,4	11,6	8,7	7,5	7,8	7,9	6,6	7,2

* В числителе — летние данные; в знаменателе — данные за вегетационные сезоны.

цию в приземных слоях воздуха. Из визуальных наблюдений и весенних данных температуры почвы следует, что снежный покров в местоположениях типа леса предохраняет почвы от сильного зимнего выхолаживания.

Существенной особенностью термики П-Е лп., помимо максимального накопления тепла в вегетационные сезоны, являются наименьшие колебания температур. О подобных амплитудах в приземных слоях воздуха достаточно убедительно свидетельствуют данные рис. 2 и табл. 3. Приведенные в табл. 3 экстремальные температуры позволяют отметить меньшую, по сравнению с другими типами леса, интенсивность охлаждения и наиболее редкие возвраты в летние сезоны отрицательных температур. Однако абсолютные максимумы температур на участке типа леса не являются при этом экстремальными для массива.

Весь комплекс термических показателей свидетельствует об определенной мягкости микроклимата экотопа П-Е лп., благоприятствующей развитию неморальной флоры не только в напочвенном покрове фитоценоза, но и древостое. Это формирует хвойно-широколиственный облик лесов, где очевидна и велика лесообразующая роль термического режима.

Ельник крупнопапоротниковый. По термическому режиму

за периоды наблюдений

Майские сроки наблюдений		
на поверхности	на глубине 5 см	на глубине 20 см
7,8	4,4	3,7
8,3	4,6	4,3
7,1	3,6	3,0
7,2	4,1	2,8
7,9	3,9	2,9
6,8	2,3	1,9

тип леса, приуроченый к нижней половине склона, относится к холодным экотопам. Под пологом его древостоя отмечены наименьшие освещенность и летняя прогреваемость подпологового пространства (см. рис. 4, табл. 3). Среднесуточные температуры приземных слоев воздуха в Е крп., обобщенные за вегетационные периоды, составили 10,8, а летние — 12,1° (см. табл. 1), что на 10 % меньше, чем в наиболее теплом экотопе массива. Близко к этому соотношение показателей сумм температур (см. табл. 2). Плотные, слабоводопроницаемые, с верховодкой почвы экотопа (Зубарева и др., 1976, 1979) характеризуются самыми низкими температурными показателями. Особенно понижены температуры корнеобитаемой части почвенного профиля весной (см. табл. 4) и в начале лета. В майские и даже июньские сроки наблюдений в верхнем иллювиальном горизонте профиля почвы еще встречаются линзы мерзлоты (в 1975 г. с теплым началом лета это явление было отмечено Э. Г. Коломыцем, 1979). Приземным слоям воздуха, особенно в начале вегетационных сезонов, нередко свойственны экстремальные абсолютные максимумы температур (см. табл. 5). При этом сохраняется инертность теплоотдачи в почву, что отчасти связано с большим покрытием ее поверхности мощно разросшимися корневищами крупных папоротников, препятствующих прогреванию.

Особенности термики почв, безусловно, тормозят обменные процессы в биогеоценозе. Близкие к минимальным температурные показатели приземных слоев воздуха также во многом определяют горно-таежный облик всех ярусов фитоценоза коренного типа леса. Это позволяет считать здесь термику одним из лесообразующих факторов среды.

Ельник мелкотравно-зеленомошниковый. Местоположение типа леса на террасовидных нижних частях склона определяет характер ряда факторов среды. Особенно следует отметить формирование здесь водопроницаемых, наиболее глубоких в регионе лесных почв, а также своеобразие микроклимата. Термика приземных слоев воздуха экотопа не имеет резко выражен-

Таблица 5

Экстремальные температуры приземных слоев воздуха по типам леса, °С

Месяц	Тип леса					
	П-Е п-втр.	П-Е лп.	Е крп.	Е мтр-зм.	Е прч.	К-Е хв-мш.
	1974 г.					
Май*	15,3**	16,1	20,2	17,0	18,3	15,0
	—1,5	—1,5	—3,1	—2,8	—4,1	—3,6
Июнь	29,8	28,0	29,0	24,0	25,1	26,3
	0	3,4	1,5	1,9	0	0
Июль	30,8	30,6	29,5	29,9	32,0	29,8
	7,9	9,0	8,0	8,0	6,3	5,0
Август	22,0	24,0	24,0	21,1	24,0	23,3
	1,7	6,0	—0,3	0,2	—0,7	—1,8
Сентябрь	17,2	17,7	20,0	18,3	19,0	19,2
	—0,5	0,2	—1,1	—1,1	—3,2	—2,0
	1975 г.					
Май	23,0	22,0	23,0	21,0	22,5	21,0
	1,7	1,5	—1,5	—3,0	—3,0	—1,0
Июнь	25,0	28,2	27,2	25,0	28,0	27,0
	—1,0	—1,5	—2,0	—2,0	—1,2	—6,2
Июль	30,5	33,5	30,8	31,0	31,3	34,0
	3,5	2,0	1,0	3,0	2,5	1,5
Август	29,0	27,0	22,5	26,0	26,0	26,5
	—2,0	1,0	1,0	—1,5	—3,5	—4,0
Сентябрь	17,5	21,0	19,5	20,0	22,0	18,0
	0,0	0,0	—3,5	—3,5	—4,0	—4,8
	1976 г.					
Май	26,0	24,0	24,7	24,0	27,0	21,0
	—1,5	—2,0	—3,0	—3,8	—3,8	—5,0
Июнь	26,6	28,2	26,0	27,2	30,0	30,8
	0,0	1,5	0,0	1,2	1,5	—1,4
Июль	25,5	23,5	23,0	22,3	25,5	24,5
	4,0	4,7	5,2	5,2	6,2	3,8
Август	23,0	23,0	25,2	22,0	27,0	25,8
	0,8	1,2	0,5	0,4	2,0	0,2
Сентябрь	20,0	21,8	18,2	18,2	21,6	20,2
	—5,5	—4,0	—5,0	—4,2	—4,2	—4,0
	Среднесуточные за 1974—1976 гг.					
Летние	17,5	18,1	17,3	17,9	18,5	18,3
	8,4	9,7	7,8	8,2	7,8	6,8
Амплитуды летние	9,1	8,4	10,8	9,7	10,7	11,5
в мае	9,2	8,8	9,9	9,8	11,2	10,7

* Данные мая 1974 и 1975 гг. по наблюдениям в 3, а 1976 г.—во 2 и 3 декадах.

** Абсолютные температуры: в числителе — максимальные, в знаменателе — минимальные.

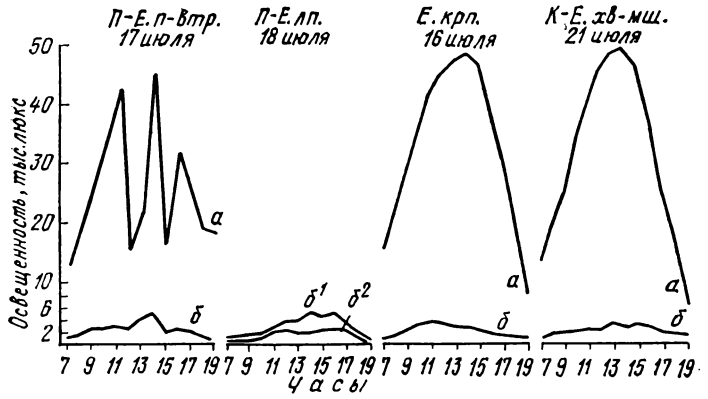


Рис. 4. Дневной ход освещенности при ясной (16, 21 июля) и с редкой облачностью (17, 18 июля) погоде 1974 г. по типам леса на открытом месте (*а*) и под пологом древостоя (*б*), в куртине с липой ($б^1$), в куртине с елью ($б^2$).

ной специфики. Однако показатели среднесуточных температур, суммы температур, особенно летних месяцев (см. табл. 1, 2), типа леса ниже, чем в П-Е лп. Необходимо отметить повышенные температуры под пологом древостоя Е мтр-зм. в начальные летние сроки наблюдений (см. табл. 2). В эти же периоды в экотопе наблюдаются наименьшие средние минимумы относительной влажности приземных слоев воздуха, а в некоторые сезоны и влажности почвы (Зубарева и др., 1979) при значительной температуре последней. Экологическая обстановка в годы с сухой и теплой весной повышает пожарную опасность на участках типа леса в раннелетний период. Периодические воздействия огня способствуют проявлению в типе леса лесообразующей роли сосны, чего не отмечается в других типах леса массива.

Ельник приручьевой. Тип леса изучался на участке нижней трети склона, пересекающем экотоп Е мтр-зм. На его микроклимат, помимо положения на топоэкологическом профиле, существенно влияют неравномерность сложения фитоценоза при низкополнотности древостоя и защищенность участка от господствующих ветров, что способствует снегонакоплению с сохранением почвенного тепла зимой и созданию парникового эффекта летом. Нельзя не отметить также влияние на микроклимат сезонной и годичной неустойчивости водотока, проходящего по участку. Такой комплекс условий среды во многом определяет особенности термики типа леса. По ее показателям он входит в число экотопов лесного массива средних по данным среднесуточных температур и суммам температур (см. табл. 1, 2; рис. 1). Однако более важны при этом другие особенности термики,

свидетельствующие о ее неустойчивости. Экотопу типа леса, особенно в начале вегетационного периода (см. рис. 2, табл. 5), свойственны наибольшие среднесуточные амплитуды приземных слоев воздуха. В весенние и раннелетние сроки здесь позднее, чем в других склоновых типах леса, повышается температура, а осенью раньше понижается, сокращая вегетационный период. В летние месяцы экотоп отличается экстремальными показателями абсолютных максимумов, а также периодически характеризуется экстремальными значениями абсолютных минимумов температур.

Корнеобитаемые горизонты почвы по температурным данным, обобщенным за вегетационные периоды (см. рис. 3), относятся к наиболее теплым. Однако вертикальные температурные градиенты, в частности в весенние сроки наблюдений (см. табл. 4), здесь выше, чем в почвах других склоновых экотопов.

Отмеченные особенности термики, наряду с другими факторами среды, способствуют развитию своеобразного азонального типа леса. Коренные его насаждения бореального облика с редкостойными темнохвойными древостоями, однако среди обильного гигрофильного высокотравья встречаются куртины теплолюбивых неморальных видов растений.

Ельник хвощово-мшистый. Гидротермический режим типа леса определяется положением в межгорной депрессии, но во многом корректируется и особенностями древесного полога. По общим показателям термики — среднесуточным температурам и суммам температур — тип леса относится к числу холодных экотопов (см. табл. 1,2; рис. 1). Однако его отличает ряд особенностей термического режима в сезонном и суточном аспектах. Так, весенние периоды вегетационных сезонов характеризовались наименьшими абсолютными максимумами температур, а летом этот показатель по типу леса был одним из наибольших среди наблюдаемых экотопов (см. табл. 5). Наименьшие абсолютные минимумы также отмечены в этом типе леса, причем амплитуда температур в среднем на 37 % превышала показатели в П-Е лп. По данным суточного хода температур, приведенным на рис. 2 и в табл. 5, видно, что абсолютные максимумы температур в течение дня наступали в экотопе не в полуденные часы, а на 2—4 ч позднее, с резким спадом к вечеру. За столь короткий период подпологовое пространство не успевает прогреваться, поэтому значения активных температур в типе леса наименьшие (см. рис. 1, табл. 2). Так, сумма их нарастающим итогом на 16 % меньше, чем в П-Е лп. Особенно медленно идет накопление тепла в почве. В майские сроки наблюдений корнеобитаемые горизонты почвы характеризовались температурой в 2 и более раз меньшей, чем в теплых экотопах (см. табл. 4), и в течение всего вегетационного сезона почвы типа леса оставались самыми холодными (см. рис. 3).

Сочетание отмеченных особенностей термики с избыточной влажностью определяет общую суровость микроклиматических условий экотопа, что способствует медленному ходу процессов разложения органического вещества, формированию бореального с низким бонитетом древостоя и господству болотных видов напочвенного покрова.

Таким образом, эдификаторная роль пихтово-еловых древостоев способствует формированию в каждом из типов темнохвойных лесов своего микро- и фитоклимата. Под пологом спелых древостоев во всех коренных типах лесов модального для южнотаежных низкогорий Среднего Урала топоэкологического профиля отмечен свой фон распределения тепла в суточной и сезонной динамике (как в приземных слоях воздуха, так и в корнеобитаемых горизонтах почвы). При этом соотношение определенных термических показателей, свойственных различным типам лесов, остается достаточно устойчивым даже в годы, контрастные по погодным ситуациям вегетационных сезонов. Вместе с другими компонентами микроклимата температурный режим изучаемых лесных массивов определяет комплекс лесорастительных условий и особенности фитоценозов. В связи с этим, термику в темнохвойных лесах с полным правом можно отнести к числу важных лесообразующих факторов среды.

Термические показатели свидетельствуют о наличии в низкогорьях южнотаежного Среднего Урала температурных инверсий. Своеобразный индикатор этого на высотном профиле массива — местоположения пихто-ельников липняковых (Зубарева, Горячев, 1975), которые являются верхней границей инверсионного слоя.

Для термики темнохвойных ландшафтов региона свойственно снижение общего количества тепла в вегетационные сезоны, по сравнению с участками, характеризующими открытые пространства территории, в среднем на 15 %.

ЛИТЕРАТУРА

Данилик В. Н. Микроклимат на лесосеках различных способов рубок.— В кн.: Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск, 1970, с. 63—68.

Зубарева Р. С. Экологическая оценка микроклимата в типах леса южной тайги Предгорного Зауралья.— В кн.: Взаимосвязи среды и лесной растительности на Урале. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1980.

Зубарева Р. С., Горячев В. М. Режим температуры и влажности в горных темнохвойных лесах Висимского заповедника.— Информационные материалы Средне-Уральского горно-лесного биогеоценологического стационара по итогам 1974 г. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1975, с. 20—23.

Зубарева Р. С., Горячев В. М., Кузнецова Т. Н. Сезонная динамика почвенной влажности темнохвойных горных южнотаежных лесов Среднего Урала.— В кн.: Темнохвойные леса Среднего Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1979, с. 97—121.

Зубарева Р. С., Сумароков В. В., Горячев В. М. О физических особенностях почв и их лесообразующей роли в горных темнохвойных

лесах Среднего Урала.— В кн.: Восстановительная и возрастная динамика лесов на Урале и в Зауралье. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1976, с. 114—123.

Клинцов А. П. О микроклиматических условиях в лесах Уральского учебно-опытного лесхоза.— В кн.: Сборник трудов по лесному хозяйству УЛТИ. Свердловск, 1956, с. 51—57.

Колесников Б. П. Средне-Уральский горно-лесной биогеоценологический стационар в 1974 г.— В кн. Информационные материалы Средне-Уральского горно-лесного биогеоценологического стационара по итогам 1974 г. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1975, с. 3—14.

Коломыц Э. Г. Эколого-географические аспекты изучения горной тайги Среднего Урала.— В кн.: Темнохвойные леса Среднего Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1979, с. 51—83.

Мурзаева М. К. Особенности микроклимата на лесосеках различных способов рубок.— В кн.: Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск, 1978, с. 73—78.

Смолоногов Е. П. Материалы к характеристике микроклиматических условий на концентрированных вырубках.— В кн.: Вопросы развития лесного хозяйства на Урале. Свердловск: УФАН СССР, 1960, с. 25—39.

Соловьева Ф. Р. Сравнительная характеристика условий местопроизрастания основных типов леса сосновых лесов Уральского учебно-опытного лесхоза.— В кн.: Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск, 1972, с. 114—118.

Шавелев Н. Н. К характеристике снегового режима в лесах района Висимского заповедника.— В кн.: Информационные материалы Средне-Уральского горно-лесного биогеоценологического стационара по итогам 1974 г. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1975, с. 11—15.

Шевелев Н. Н., Турков В. Г. Некоторые особенности микроклимата первобытных горных лесов Среднего Урала на примере пихто-ельника крупнопапоротникового.— Там же, с. 24—29.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР — УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НА УРАЛЕ 1981

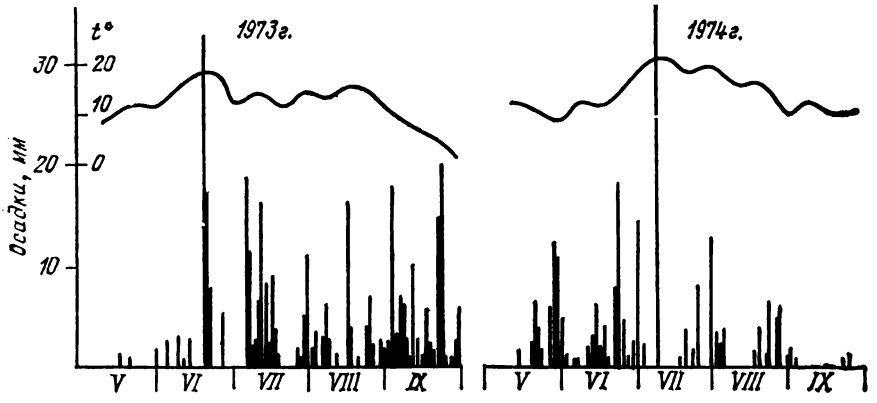
Р. С. ЗУБАРЕВА, В. М. ГОРЯЧЕВ

ДИНАМИКА ВЛАЖНОСТИ ПРИЗЕМНЫХ СЛОЕВ ВОЗДУХА В ЮЖНОТАЕЖНЫХ ЕЛЬНИКАХ СРЕДНЕГО УРАЛА

В пределах высотного пояса и подзоны количественное перераспределение отдельных параметров местного климата во многом определяется геоморфологическими особенностями ландшафтов. Степень таких изменений в лесных экотопах Среднего Урала изучена недостаточно. Практически отсутствуют сезонные данные, характеризующие влажность под пологом типов горных темнохвойных лесов, приуроченных к определенному топоэкологическому профилю, необходимые при конкретной оценке гидрологической роли лесных экотопов, определении их водоохранных и защитных функций (Высоцкий, 1950; Молчанов, 1960; Идзон, Пименова, 1975). Выяснение региональной водоохранной роли лесных территорий горного Урала, существенно измененных деятельностью человека, особенно необходимо. Влажностные показатели нужны и для познания различных экологических аспектов развития лесных биогеоценозов.

Атмосферное увлажнение западного макросклона и центральных низкогорий Среднего Урала в целом благоприятствует развитию лесов с преобладанием темнохвойных пород. Однако положение отдельных лесных участков на топоэкологическом профиле, корректируемое неравномерностью выпадения осадков в различные вегетационные сезоны, оказывает несомненное влияние на местное распределение влаги, определяя лесообразующую роль влажностных показателей в формировании типов леса.

Изучение относительной влажности воздуха в приземных слоях под пологом древостоя проводилось в шести типах южнотаежных темнохвойных лесов топоэкологического профиля на территории Висимского заповедника в вегетационные сезоны 1973—1976 гг. Данные систематических наблюдений (недельными гигрографами) получены в комплексе с показателями почвенной влажности (Зубарева и др., 1979) и термики приземных слоев воздуха (Зубарева, Горячев, 1975). Они позволя-



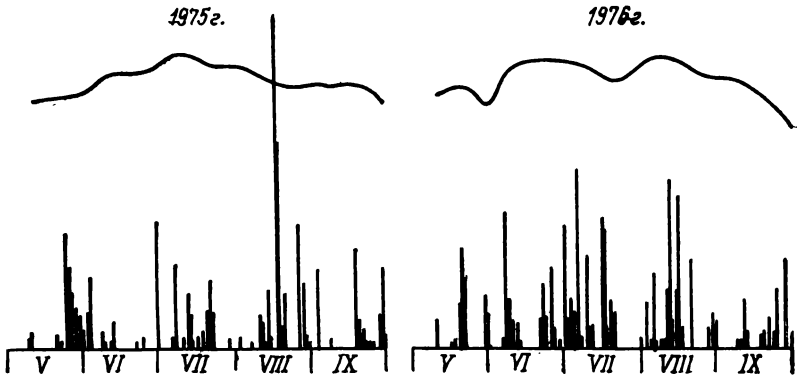
А	10,8	15,7	13,0	13,1	4,0	9,5	13,6	18,5	12,7	10,1
Б	334	471	403	406	120	295	408	574	394	303
В	223	443	344	353	10	110	368	574	295	184
Г	5	4	0	2	0	3	1	3	2	1
Д	4	10	19	15	24	10	22	9	7	6
Е	20	10	0	0	0	10	3	0	1	1
Ж	1	4	15	6	14	5	8	3	5	2
З	16	22	38	37	41	21	25	31	30	28
И	55	65	83	82	84	63	74	75	79	74
К	3,9	80,5	105,7	57,6	125,6	48,6	70,9	90,3	38,0	4,6

Примечание. А — средняя t, °С; Б — сумма t, °С; В — сумма $t°>10°$; влажностью >80; З — относительная минимальная влажность воздуха, %; И — средняя

Рис. 1. Сезонный ход основных метеорологических показателей вегетационных

ют характеризовать гидротермический режим в сообществах наиболее распространенных в регионе коренных типов леса. Обобщение результатов по массиву этих материнских лесов дает возможность сравнить их с экотопом открытой местности. Для этого, как и для общей характеристики климатического фона территории, использованы данные по метеостанции Висим (рис. 1).

Данные метеостанции свидетельствуют о существенных различиях погодной характеристики в сезоны наблюдений и отклонениях этих показателей от средних многолетних. Так, при норме атмосферных осадков за вегетационный период 343 мм в годы наблюдений их выпадало от 259 до 296 мм, т. е. на 15—26 % меньше (даже в достаточно обеспеченные осадками сезоны 1973, 1976 гг.). Кроме того, для сезонов наблюдений характерна большая неравномерность атмосферного увлажнения. В каждый из них встречались месяцы с отклонением от нормы в ту или другую сторону на 40—90 %, лишь в мае — июне осадки



9,7	14,4	16,4	12,6	11,0	9,5	16,1	14,6	14,9	7,7
301	432	508	391	330	295	483	453	462	231
192	382	500	298	112	188	473	434	430	192
3	4	2	4	0	16	14	6	6	16
1	10	14	16	11	10	13	18	18	15
15	8	4	5	0	15	4	0	0	2
2	1	4	6	3	3	1	8	7	5
14	19	13	19	32	13	28	39	34	22
58	62	66	74	76	59	67	82	82	75
37,2	33,2	38,2	97,5	35,2	32,9	58,6	95,7	78,0	30,9

Г — Ж — число дней: Г — ясных, Д — с осадками, Е — с влажностью $\leqslant 30$, Ж — с влажность; К — сумма осадков, мм.

сезонов с мая по сентябрь 1973—1976 гг. по станции Висим.

обычно были близки к норме или меньше ее. Наиболее продолжительный период с дефицитом влаги (см. рис. 1), наименьшим количеством дней с осадками, отмечался в 1975 г. (52 дня против 74 в 1976 г.). Для вегетационного сезона 1975 г. характерно максимальное число дней с относительной влажностью воздуха $\leqslant 30$ % (32 дня) и минимальное (16 дней) с влажностью $\geqslant 80$ %.

Показатели относительной влажности воздуха зависят не только от количества выпадающих осадков, но во многом от термики, что создает необходимость одновременного анализа этих показателей (см. рис. 1 и статью Р. С. Зубаревой, В. М. Горячева в наст. сборнике). В целом же средняя температура сезонов 1974—1976 гг. была на 3—6 % больше, а в 1973 г на 7% меньше средних многолетних показателей.

Поскольку режим относительной влажности в настоящей работе оценивался в основном для выявления лесообразующего значения в лесотипологическом аспекте, характеристика

Таблица 1

Относительная влажность приземных слоёв воздуха по типам лёса (декадная и месячная в периоды наблюдений 1973—1976 гг., средняя — по данным 1974—1976 гг.), %

Тип леса	Средняя за 1974—1976 гг.					Средняя за периоды наблюдений				VII	VIII				IX	
	V	VI	VII	VIII	IX	1974 г.	1975 г.	1976 г.	1974—1976 гг.	3	1	2	3	средняя	1	3
										1973 г.						
П-Е п. втр. .	72	77	80	85	80	78	77	84	80	88	84	85	84	84	90	75
П-Е лп. . . .	77	78	75	76	77	71	76	84	77	92	86	85	83	85	89	65
Е крп.	72	77	83	85	83	74	84	86	81	89	89	81	83	84	90	63
Е мтр. зм. . .	76	77	82	87	84	79	82	86	82	89	90	93	92	92	94	75
Е прч.	73	78	76	84	83	77	79	82	79	93	93	93	94	93	95	77
К-Е хв. мш.	86	84	87	84	86	84	82	91	86	93	88	88	91	89	93	84

Тип леса	VI				VII				VIII				IX			
	1	2	3	средняя	1	2	3	средняя	1	2	3	средняя	1	2	3	средняя
	1974 г.															
П-Е п. втр. .	76	80	86	81	83	71	79	77	85	80	81	82	72	70	78	73
П-Е лп. . . .	76	80	84	80	73	66	70	69	72	67	71	70	68	67	65	66
Е крп.	74	78	80	72	76	68	74	72	79	77	76	77	72	71	68	70
Е мтр. зм. . .	74	81	83	79	80	76	82	79	77	83	86	82	79	78	74	77
Е прч.	82	77	84	81	77	65	73	72	75	75	82	77	81	80	77	79
К-Е хв. мш.	86	83	86	85	86	79	82	82	86	89	85	86	82	82	79	81

Тип леса	V	VI				VII				VIII				IX			
	3	1	2	3	средняя	1	2	3	средняя	1	2	3	средняя	1	2	3	средняя
	1975 г.																
П-Е п. втр. . .	77	80	72	67	73	74	71	76	73	70	91	87	82	83	75	79	79
П-Е лп. . . .	85	85	75	75	78	66	75	73	71	68	78	75	73	73	73	80	75
Е крп.	75	70	79	80	76	87	84	84	85	76	92	96	88	91	88	84	87
Е мтр. зм. . .	81	78	80	70	76	65	86	88	79	84	91	86	87	89	87	83	86
Е прч.	78	77	79	68	74	55	73	89	72	78	89	88	85	86	85	82	84
К-Е хв. мш.	90	79	84	85	82	84	89	81	85	70	71	73	71	85	87	85	85

Тип леса	V		VI				VII				VIII				IX			
	2	3	1	2	3	средняя	1	2	3	средняя	1	2	3	средняя	1	2	3	средняя
	1976 г.																	
П-Е п. втр. . .	65	70	74	73	84	77	94	89	89	90	92	94	89	91	90	93	89	90
П-Е лп. . . .	81	85	75	74	80	76	86	82	90	86	93	86	84	87	86	93	93	90
Е. крп.	84	67	76	78	86	80	92	94	91	92	92	96	86	91	96	85	92	91
Е мтр. зм. . .	76	74	79	74	83	78	92	92	87	90	92	95	89	90	91	93	91	91
Е прч.	71	65	77	71	81	76	90	88	81	86	86	92	90	89	89	88	88	88
К-Е хв. мш.	93	78	85	86	84	85	93	96	95	94	96	98	91	95	92	91	93	92

Таблица 2

Количество дней с относительной влажностью приземных слоев воздуха в 13 ч. <30 и >80% в периоды наблюдений 1974—1976 гг. по типам леса

Тип леса	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
	1974 г.				
П-Е п. втр.	0*/3	0/8	0/4	0/12	0/4
П-Е лп.	1/1	0/9	0/3	0/0	0/1
Е крп.	1/1	0/8	0/3	0/6	0/0
Е мтр. зм.	0/1	0/10	0/3	0/9	0/2
Е прч.	0/6	0/9	0/4	0/7	0/4
К-Е хв. мш.	0/1	0/3	0/4	0/11	0/6
Тип леса	**Май**	**Июнь**	**Июль**	**Август**	**Сентябрь**
	1975 г.				
П-Е п. втр.	1/8	0/14	0/6	0/12	0/8
П-Е лп.	0/5	2/4	2/6	4/9	0/5
Е крп.	1/4	3/6	0/11	2/9	0/13
Е мтр. зм.	0/3	3/8	1/7	0/12	0/11
Е прч.	1/3	2/8	1/6	0/12	0/11
А-Е хв. мш.	0/4	0/3	0/11	0/1	0/8
Тип леса	**Май**	**Июнь**	**Июль**	**Август**	**Сентябрь**	**Среднее**
	1976 г.					
П-Е п. втр.	4/5	0/8	0/15	0/17	0/16	2/46
П-Е лп.	0/4	0/3	0/14	0/16	0/16	3/32
Е крп.	0/4	0/4	0/20	0/21	0/17	2/42
Е. мтр. зм.	6/5	2/5	0/16	0/17	0/13	4/40
Е прч.	4/5	1/4	0/12	0/15	0/10	3/39
К-Е хв. мш.	0/9	0/7	0/23	0/26	0/12	0/43

* В числителе — влажность≤30, в знаменателе — ≥80 %.

Таблица 3

Максимальные и минимальные показатели относительной влажности воздуха по типам леса за сезоны наблюдений 1974—1976 гг.*

Тип леса	1974 г.				1975 г.			
	V	VI, VII, VIII	IX	Сезон	V	VI, VII, VIII	IX	Сезон
П-Е п. втр.	88** / 57	92 / 56	85 / 49	90 / 55	100 / 37	94 / 51	94 / 56	96 / 49
П-Е лп.	76 / 49	82 / 55	75 / 50	80 / 53	100 / 58	91 / 49	88 / 51	93 / 51
Е крп.	73 / 47	85 / 55	76 / 53	81 / 53	94 / 48	98 / 55	99 / 65	97 / 56
Е мтр. зм.	86 / 53	93 / 52	88 / 51	91 / 52	98 / 57	98 / 50	98 / 60	98 / 54
Е прч.	87 / 62	86 / 54	87 / 61	87 / 57	98 / 52	93 / 52	94 / 66	94 / 55
К-Е хв. мш.	97 / 59	96 / 60	89 / 61	95 / 60	100 / 79	92 / 58	95 / 65	94 / 64

Тип леса	1976 г.				Среднее			
	V	VI, VII, VIII	IX	Сезон	V	VI, VII, VIII	IX	Сезон
П-Е п. втр.	87 / 46	96 / 65	100 / 76	95 / 63	91 / 46	94 / 57	93 / 60	94 / 56
П-Е лп.	93 / 56	93 / 69	96 / 79	94 / 69	89 / 54	88 / 57	86 / 60	89 / 58
Е. крп.	93 / 56	96 / 62	97 / 79	96 / 65	86 / 50	93 / 57	90 / 65	91 / 58
Е. мтр. зм.	96 / 43	99 / 65	100 / 57	99 / 59	93 / 51	96 / 55	95 / 56	96 / 55
Е прч.	89 / 45	96 / 61	98 / 71	95 / 60	91 / 53	91 / 55	93 / 66	92 / 57
К-Е хв. мш.	98 / 65	99 / 76	99 / 76	99 / 74	98 / 67	95 / 64	94 / 67	96 / 69

* Май—по 3 декаде.
** В числителе — максимальная влажность, в знаменателе — минимальная.

и анализ полученных данных (табл. 1—3, рис. 2,3) приводятся по типам леса (расположены на топоэкологическом профиле сверху вниз).

Пихто-ельник папоротниково-высокотравный (П-Е п. втр., приурочен к перегибу склона к вершине на высоте немногим более 500 м) среди типов леса топоэкологического профиля по относительной влажности воздуха занимает промежуточное положение. Средний показатель влажности за вегетационные

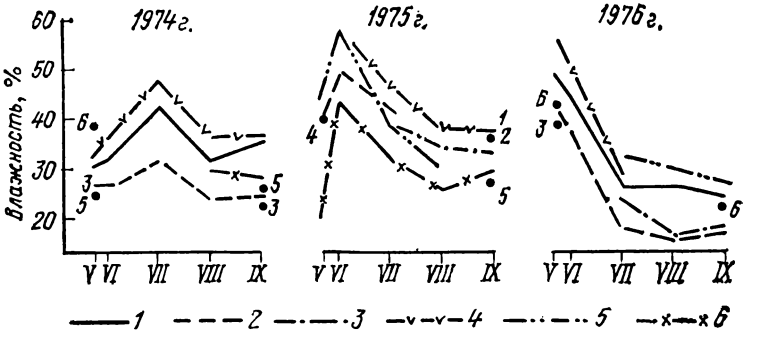


Рис. 2. Амплитуда относительной влажности приземных слоев воздуха в вегетационные сезоны 1974—1976 гг.

Типы леса: *1* — П-Е п. втр., *2* — П-Е лп., *3* — Е крп., *4* — Е мтр.-зм., *5* — Е прч., *6* — К-Е хв-мш.

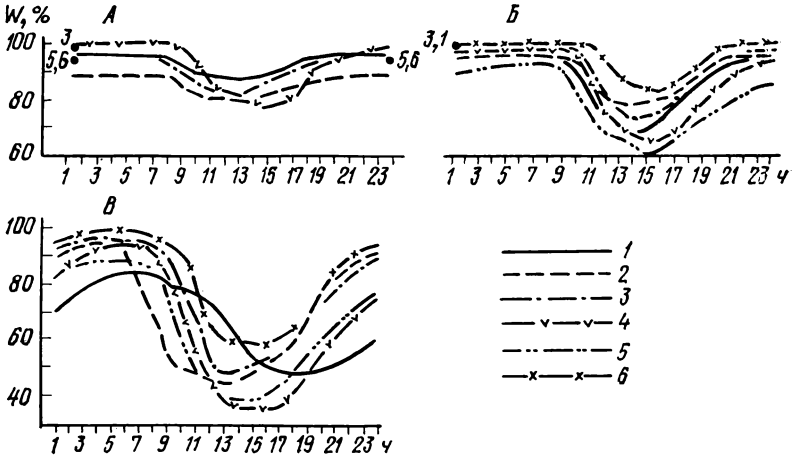


Рис. 3. Суточный ход относительной влажности (W) приземных слоев воздуха при разных типах погод по среднедекадным данным:

А — дождливая погода (I декада июля 1976 г.), *Б* — ясная погода (III декада июля 1976 г.), *В* — ясная погода в засушливый сезон (III декада июня 1975 г.). Обозначения те же, что на рис. 2. Промежуточные векторы типов леса, сближенные между собой менее чем на 1—3 %, на рисунке не приведены.

периоды 1974—1976 гг. составил в нем 79 % (см. табл. 1). При этом наименьшая влажность наблюдается чаще всего в первой половине сезона. Это, помимо расположения участков типа леса по рельефу связано, по-видимому, с летним развитием густого высокого яруса травяного покрова, под пологом которого в приземных слоях воздуха устойчиво сохраняется фон повышенной влажности. В весенний период проявляется также экстремальность значений минимумов относительной влажности воздуха (см. табл. 3). В целом же за сезон число дней, в которые отмечена влажность $\geqslant$ 80 %, в П-Е п. втр. наибольшее, по сравнению с другими типами леса, в среднем около 35 % общей продолжительности вегетационного периода (см. табл. 2).

Особенностью суточного хода относительной влажности в середине лета при ясной погоде является снижение ее дневных показателей, по сравнению с ночными, на 30—40 %. При этом в засушливый 1975 г. здесь наблюдалось более позднее, чем в других типах леса, дневное падение влажности с сохранением ее минимумов до вечерних часов (см. рис. 3). В дождливую погоду дневное падение влажности составляло около 10 %, причем в экотопах отмечены наибольшие ее показатели, связанные, безусловно, с низкой облачностью.

Оценивая лесообразующий эффект относительной влажности типа леса, следует отметить повышение пожароопасности его экотопов в засушливые весенние сезоны, отрицательное влияние таких периодов на ход возобновления материнских древесных пород в связи с высыханием субстрата для прорастания семян и зависания их в слое неразложившихся сухих остатков травянистых растений.

У пихто-ельника липнякового (П-Е лп., тип леса верхней трети склона) относительная влажность приземных слоев воздуха в среднем за наблюдаемые вегетационные периоды составляла 77 % (см. табл. 1), несущественно отличаясь от показателей других склоновых типов леса. При этом, однако, в июне — сентябре она характеризовалась меньшими, чем в других экотопах, показателями. В сезонном ходе влажности следует отметить наименьшее число дней с влажностью, превышающей 80 % (в среднем 32 дня, или 24 % продолжительности вегетационного периода, см. табл. 2). Показатель максимумов влажности, средний за сезоны наблюдений, в П-Е лп. был наименьшим (89 %, см. табл. 3), сохраняя эту закономерность во все месяцы, за исключением весенних. Особенность относительной влажности воздуха, как и термики,— наименьшие общие показатели амплитуд (за исключением сезона 1975 г. с засушливым летним периодом; см. рис. 2). В суточном ходе наименьшие амплитуды более характерны для дождливой погоды. В периоды же без осадков (см. рис. 3) значения амплитуд (25—50 %) среди остальных типов леса занимают промежу-

точное положение. При этом период с пониженной дневной влажностью в П-Е лп. более продолжителен, а в засушливый сезон он наступает в более ранние часы.

Отсутствие периодов избыточного увлажнения приземных слоев воздуха, как и почвы (Зубарева и др., 1979), достаточно выравненный сезонный фон влажности, как и термики, при высоких, по сравнению с другими типами леса, показателях последних, благоприятствуют развитию в экотопах высокопроизводительного растительного покрова всех ярусов, формирующегося не только таежной, но и неморальной флорой.

Ельник крупнопапоротниковый (Е крп., расположен в середине и начале нижней трети склона) по относительной влажности приземных слоев воздуха не имеет резко выраженных особенностей. Показатели влажности хорошо согласуются с сезонным ходом атмосферных осадков. При средней влажности за сезоны 1974—1976 гг. 81 % в летние месяцы и сентябрь каждого из этих вегетационных периодов показатели ее колебались в пределах 75—92 % (см. табл. 1). Однако экстремальный среднемесячный летний минимум влажности составлял в экотопе 48 % (см. табл. 3). Типу леса, как и П-Е п. втр., свойственна в целом более пониженная влажность приземных слоев воздуха весной (в последней декаде мая по всем сезонам наблюдений она колебалась от 63 до 75 %), сохраняющаяся до распускания вай у папоротников.

Данные суточного хода влажности (см. рис. 3) позволяют отметить, что летом при дождливой погоде амплитуда показателей составляла 10—15 %, при ясной погоде — около 30, а в засушливые сезоны доходила до 50 %. В целом, около $^1/_3$ продолжительности сезонов влажность составляла 80 % и более.

Для гидрологических особенностей типа леса показатели относительной влажности приземных слоев воздуха сами по себе имеют меньшее лесообразующее значение, чем в комплексе со своеобразной почвенной влажностью (Зубарева и др., 1979) и термикой (см. статью Р. С. Зубаревой, В. М. Горячева в наст. сборнике). В целом же холодные экотопы с почвами, характеризующимися наличием верховодки, с достаточно высоким уровнем влажности воздуха определяют формирование типичных горно-таежных биогеоценозов, свойственных южно- и среднетаежным лесам Среднего Урала.

Ельник мелкотравно-зеленомошниковый (Е мтр.-зм., приурочен к пологой нижней части склона, вблизи подножья возвышенности) по особенностям относительной влажности приземных слоев воздуха отличается от других типов леса наиболее устойчивыми экстремальными максимумами и минимумами в течение вегетационных сезонов. Средние их показатели за периоды наблюдений 1974—1976 гг. составили соответственно 96 и 55 % (см. табл. 3). Нагляден подобный ход влажности и на графике динамики амплитуд (см. рис. 2). Суточный ход (см.

рис. 3) свидетельствует о возможности больших перепадов ночной и дневной влажности. Предел таких изменений — до 25 % в дождливую погоду, около 35 % в ясную летнюю погоду вегетационных сезонов с нормальным количеством осадков и до 60 % в засушливые сезоны. Хотя относительная влажность по вегетационным сезонам в целом колебалась от 79 до 86 % (средняя — 82), в отдельные летние периоды наблюдений с редкими осадками минимумы составляли около 40 %. Так, средний минимум относительной влажности воздуха в июне 1975 г. был наименьшим из всех типов леса — 41 %, а за две последние декады мая 1976 г.— 43 %. В последний из периодов в типе леса влажность в течение 6 дней доходила (или была ниже) до 30 %, что нетипично для горных темнохвойных лесов.

Сочетание отмеченных особенностей влажности и хорошей водопроницаемости почв, а также достаточно высокого (по сравнению с другими экотопами нижней половины склона) температурного фона весенних и летних месяцев, определяет возможность периодического повышения пожароопасности. К тому же тип леса — единственный из изучаемых, где не наблюдается развития в нижнем ярусе высокотравья, выравнивающего микроклиматические показатели приземного слоя воздуха. Все это способствует развитию обильного темнохвойного подроста под материнским древостоем в межпожарные периоды, появлению сосны на участках, пройденных огнем, а в целом формирует устойчивый таежный облик биогеоценоза.

В ельнике приручьевом (Е прч., нижняя треть склона) зависимость относительной влажности воздуха от местоположения участка во многом связана с влиянием проходящего по нему русла водотока и действием туманов. Определенное влияние на фон влажности приземных слоев воздуха оказывает высокотравье, которое при неравномерности и небольшой полноте древостоя является существенным компонентом фитоценоза. В периоды со спокойным ходом погод экотопу не свойственны резкие изменения показателей относительной влажности, что определяют малые ее амплитуды. Так, небольшими перепадами амплитуд (см. рис. 2) характеризовалась влажность вегетационного сезона 1974 г. (25—35 %); несколько большими (29—49 %) — 1976 г. Увеличение амплитуд в последнем связано в основном со стабильным снижением температур и уменьшением количества осадков к осени, тогда как остальная часть сезона была теплой и влажной. Наибольшие перепады влажности (29—59 %) были в сезоне 1975 г. с продолжительными засушливыми периодами и редкими ливневыми дождями. Помимо приведенных общих сезонных показателей амплитуд, отмеченные особенности влажности видны и из ее суточного хода (см. рис. 3). Последний свидетельствует также и о том, что при ясном типе теплых летних погод влажность приземных

слоев воздуха в Е прч. меньше многих других типов леса как в ночные, так и дневные часы. Этому способствует интенсивное прогревание в низкополнотных насаждениях приземных слоев воздуха, повышающее испарение.

Средние за сезоны наблюдений показатели максимумов отмечены для типа леса в пределах 92, а минимумов 57, при общей относительной влажности 79 %.

Общий ход изменений микроклимата приземных слоев воздуха в сезонном аспекте определяет возможность развития в травяном ярусе влаголюбивого высокотравья, в том числе многих неморальных видов растений. Густота травянистого полога является определенным тормозом лесовозобновительных процессов. Куртинность и малое количество подроста, неравномерность и небольшая полнота темнохвойного древостоя придают некоторым синузиям типа леса вид паркового ландшафта.

Кедро-ельник хвощово-мшистый (К-Е хв.-мш., присклоновая часть депрессии) с характерным для него верховым заболачиванием почвы, частыми туманами, защищенностью от господствующих ветров отличается повышенной влажностью приземных слоев воздуха, общей сглаженностью колебаний микроклиматических показателей. Относительная влажность, средняя за периоды наблюдений, составляла в экотопе 86 %, на 10 % (как и средние по отдельным месяцам, см. табл. 1) превышая влажность в Е лп.— типе леса с наименьшими ее показателями в регионе. По сезонам наблюдений относительная влажность колебалась от 82 % в засушливом 1975 г., до 91% в 1976 г.— с наибольшей суммой осадков. Следует отметить резко различное в эти сезоны число дней, в которые влажность была равной или превышала 80 % (соответственно 27 и 77); дней с влажностью равной или меньшей 30 % в экотопе не наблюдалось. Экстремальные показатели минимумов влажности по месяцам за эти годы были соответственно 55 и 81 %, а максимумов — 81 и 100 %. Амплитуды относительной влажности по месячным данным всех сезонов наблюдений (см. рис. 2) составляли 15—25 %. Нередко, особенно в сухие периоды, этот показатель оказывался ниже, чем в остальных типах леса. Летний суточный ход влажности (см. рис. 3) позволяет отметить небольшие колебания (10—15 %) между ночными и дневными показателями при дождливом типе погоды, увеличение их до 20 % в ясную погоду в средние по количеству осадков сезоны и до 40 % — в засушливые. При этом дневное падение влажности при ясной погоде обычно более кратковременно, чем в других типах леса.

Сравнивая ход влажностных показателей приземных слоев воздуха и почвы (Зубарева и др., 1979), нельзя не отметить, что реакция последней на атмосферное увлажнение в типе леса более показательна. Так, при исчезновении верховодки и резком снижении запасов влаги в корнеобитаемом верхнем тридцати-

сантиметровом слое почвы до 70 мм (против наибольшей — 375 мм) в последней декаде июля и начале августа 1975 г. в фитоценозе наблюдалось усыхание мхов. При этом влажность приземных слоев воздуха в среднем по декадам не падала ниже 71 % (хотя минимумы и доходили до 55 %). Оценивая лесообразующее значение относительной влажности приземных слоев воздуха в типе леса в целом, следует отметить своеобразную существенность этого микроклиматического показателя в нормальные, сырые и засушливые вегетационные сезоны. Первые обеспечивают развитие и сохранение основных биогеоценотических особенностей К-Е хв.-мш., как заболоченного типа леса. Засушливые же периоды определяют возможность аномальных ситуаций в развитии типа леса. Они способствуют возникновению лесных пожаров, временно изменяющих лесной покров или влияют на ход лесовозобновления, благоприятствуя развитию материнского подроста улучшением аэрации почвы и частичным отмиранием мхов.

Сравнение влажностных показателей приземных слоев воздуха типов леса между собой позволяет отметить, что наиболее благоприятный режим влажности складывается в Е лп. В течение вегетационных сезонов в нем наблюдается меньшая средняя относительная влажность воздуха, наименьшее число дней с избыточной влажностью $\geqslant 80$ %, а также меньшие показатели средних максимумов и нередко амплитуд влажности в сезонном и суточном аспекте. В определенной степени противоположен этому экотоп К-Е хв.-мш. и по ряду показателей П-Е п. втр. Приземные слои воздуха этих типов леса, крайних по положению в рельефе на топоэкологическом профиле, более влагообеспечены, благодаря пополнению баланса влаги горизонтальными осадками, особенно в виде тумана и росы (Шевелев, 1977). Некоторым исключением при этом могут быть засушливые периоды, каким был вегетационный сезон 1975 г. Остальные склоновые типы леса по приведенным показателям занимают промежуточное положение.

Для сравнительной оценки влажностных показателей лесного массива и обезлесенного участка использованы полученные данные относительной влажности, усредненные по всем пунктам наблюдений в типах темнохвойных лесов и данные за эти же календарные сроки по метеостанции Висим. Такое сопоставление достаточно условно. Однако общие тенденции изменения влажностных показателей при уничтожении древесной лесной растительности в низкогорных ландшафтах проявляются достаточно наглядно. Так, относительная влажность воздуха обобщенно за летние месяцы 1974—1976 гг. по метеостанции Висим составляла 73 %, а по массиву темнохвойных лесов региона — 80 %. При общих различиях 7 % по летним месяцам она колебалась в следующих пределах: 10 % в июне, 6 % в июле и 5 % в августе, а осенью (в сентябре) составляла 7 %.

Особенно интересными представляются при этом данные за летние сроки по минимальным показателям относительной влажности. Если по открытому участку они составляли 26, то в темнохвойном массиве 58 %. Показательны также контрасты таких данных за летние месяцы отдельных сезонов. Так, в вегетационные периоды с умеренным атмосферным увлажнением (1974, 1976 гг.) средние минимумы влажности открытого места составляли соответственно 28 и 34 %, а в лесном массиве 55 и 66 %. В засушливый же сезон 1975 г. при летнем среднем минимуме относительной влажности в лесном массиве 52 % на открытом месте его показатель был равен 17 % (см. рис. 1, табл. 3). Небезынтересно также сравнение числа дней с относительной влажностью $\leqslant 30$ и $\geqslant 80$ %. За летние периоды 1974—1976 гг. в лесном массиве они составили соответственно 3 и 83 дня, а на метеостанции Висим — 25 и 43 дня.

Тенденция общего снижения относительной влажности воздуха на открытых ландшафтах из приведенных сравнительных данных очевидна. Учитывая большие масштабы процесса обезлесивания низкогорных территорий Среднего Урала при антропогенных влияниях, следует ожидать и снижения их водоохранной роли. При недостаточности конкретных объективных данных оценки водоохранных свойств горных темнохвойных лесов Урала (Зубарева, и др., 1973) это позволяет показать реальность изменений защитной роли лесов, что необходимо использовать при ведении лесного хозяйства (Данилик, 1978). Кроме того, влажностные показатели отразили диапазон относительной влажности, при котором в низкогорных ландшафтах Среднего Урала успешно развиваются темнохвойные леса. В сочетании с данными по термике приземных слоев воздуха и режиму почвенной влажности характеристика относительной влажности позволяет показать влияние их на лесотипологическую структуру темнохвойных лесов региона (Зубарева, 1967) и продукционные процессы в древесном ярусе его сообществ (Зубарева, Горячев, 1978).

ЛИТЕРАТУРА

Высоцкий Г. Н. Учение о влиянии леса на изменение среды его произрастания и на окружающее пространство. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1950, с. 88—103.

Данилик В. Н. Научные основы ведения хозяйства в горных темнохвойных лесах Урала: Автореф. докт. дисс. Красноярск: СО АН СССР, 1978. 37 с.

Зубарева Р. С. Лесорастительные условия и типы темнохвойных лесов горной полосы Среднего Урала.— В кн.: Типы и динамика лесов Урала и Зауралья. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1967, с. 13—87.

Зубарева Р. С., Колесников Б. П., Смолоногов Е. П., Фильрозе Е. М. Особенности рационального использования горных лесов Урала.—В кн.: Охрана горных ландшафтов Сибири. Новосибирск: Наука, 1973, с. 70—78.

Зубарева Р. С., Горячев В. М. Режим температуры и влажности в

горных темнохвойных лесах Висимского заповедника.— В кн.: Информационные материалы Средне-Уральского горно-лесного биогеоценологического стационара по итогам 1974 г. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1975, с. 20—23.

Зубарева Р. С., Горячев В. М. Сезонный прирост по диаметру темнохвойных пород в южнотаежных лесах Среднего Урала.— В кн.: Тезисы докладов к III Всесоюзной конференции по дендроклиматологии. Архангельск, 1978, с. 85—86.

Зубарева Р. С., Горячев В. М., Кузнецова Г. Н. Сезонная динамика почвенной влажности темнохвойных горных южнотаежных лесов Среднего Урала.— В кн.: Темнохвойные леса Среднего Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1979, с. 97—121.

Идзон П. Ф., Пименова Г. С. Влияние леса на сток рек. М.: Наука, 1975. 110 с.

Молчанов А. А. Гидрологическая роль леса. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 485 с.

Шевелев Н. Н. Перехват вертикальных и горизонтальных осадков в лесах Среднего Урала.— Лесоведение, 1977, № 6, с. 38—46.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР — УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НА УРАЛЕ 1981

Н. Н. ШЕВЕЛЕВ, В. Г. ТУРКОВ

РОЛЬ ДРЕВЕСНОГО ПОЛОГА В ФОРМИРОВАНИИ МИКРОКЛИМАТА ГОРНЫХ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ СРЕДНЕГО УРАЛА

Из всех фитогоризонтов лесных сообществ верхний древесный полог в наибольшей степени преобразует режимы внешних факторов при проникновении внутрь лесного биогеоценоза (БГЦ) и играет ведущую роль в формировании режимов внутренней среды (микроклимата). Особенно это относится к пологу таких мощных эдификаторов, как темнохвойные породы (Протопопов, 1975). Влияние древесного полога проявляется прежде всего в уменьшении контрастности хода температур воздуха, снижении их значений в теплое и увеличении в холодное время года; благодаря этому более мягким становится режим влажности воздуха, а абсолютные значения температур возрастают. Все это существенно сказывается на элементах влагооборота в лесных БГЦ, в частности, на интенсивности росообразования, как одной из приходных статей влагооборота, физическом испарении и транспирации воды, впитывании ее почвой и других расходных его статьях.

Формирование микроклимата темнохвойных лесов Среднего Урала рассматривалось в ряде работ (Смолоногов, 1960; Данилик, 1970; Данилик, Мельчанов, 1973; Зубарева, 1975). Наши стационарные наблюдения, проводившиеся в 1975—1976 гг. в горной темнохвойной тайге Среднего Урала, не имели специальной целью характеристику ее микроклимата. Нас интересовало прежде всего влияние преобразованных древесным пологом гидротермических режимов на отдельные элементы влагооборота в темнохвойной тайге. Выделяя вопросы формирования микроклимата в качестве самостоятельной темы, мы стремились акцентировать внимание именно на этой стороне исследования, оставшейся вне поля зрения уральских лесных климатологов.

Роль древесного полога в формировании микроклимата обычно выявляется путем сравнения метеорологических данных двух близких по местоположению метеоточек: лес — поле. Сравнива-

емая пара метеоточек, соответствующих по объему наблюдений метеостанциям II разряда, была расположена в средней части пологого западного (наветренного) склона водораздельного кряжа Среднего Урала на высоте 470—480 м над ур. м. Для метеоточки «лес» в кв. 84 Висимского заповедника был выбран выдел первобытной темнохвойной тайги (тип леса пихто-ельник крупнопапоротниковый), для метеоточки «поле» — центральная часть концентрированной вырубки этого же типа леса размером 300×800 м в кв. 148 охранной зоны этого заповедника. Древостой лесного выдела характеризуется разновозрастностью, бидоминантным составом 6Е4П, ед. К, Б, средней высотой 23 м и сомкнутостью 0,6—0,7, но отличается свойственной первобытным лесам чрезвычайной мозаичностью горизонтальной структуры: сочетанием достаточно сомкнутых биогрупп деревьев и различного размера окон и прогалов в верхнем пологе. Поэтому в дополнение к лесной метеостанции, располагавшейся под пологом сомкнутой биогруппы, функционировала метеостанция на поляне размером 30×40 м. Изменение гидротермических режимов в толще фитоценоза устанавливалось с помощью градиентной вышки высотой 21 м. В течение вегетационного сезона велись срочные инструментальные наблюдения три раза в сутки, в остальное время года использовались самописцы в сочетании с эпизодическими срочными наблюдениями.

Из двух вегетационных сезонов наблюдения первый (1975 г.) был экстремально сухим и теплым, а второй (1976 г.) по своим гидротермическим условиям близок к многолетней норме. Особенности погодных условий этих сезонов проявились в микроклимате темнохвойных лесов достаточно отчетливо, что сделало выявление микроклиматического эффекта древесного полога более определенным.

Основные результаты и их обсуждение

Температура и влажность воздуха в приземном слое. Наблюдения за температурой воздуха под пологом леса, на поляне и вырубке в течение сухого и теплого вегетационного сезона 1975 г. показали, что по средним суточным температурам различие между первой и второй метеоточками несущественно, в то время как вырубки выделяются гораздо более высокой теплообеспеченностью. Данные по экстремальным температурам, как средним, так и абсолютным, свидетельствуют, что наиболее контрастным микроклиматом обладают небольшие лесные поляны, в которых практически в любой месяц вегетационного сезона возможны заморозки на почве (табл. 1). С этим, видимо, и связано слабое возобновление на них пихты, чувствительной к заморозкам, и решительное преобладание в подросте ели, страдающей от них гораздо меньше.

Таблица 1

Температура воздуха под пологом леса, на поляне и вырубке за летний период 1975 г., °С

Температура	Лес	Поляна	Вырубка
Средняя		Высота 2 м	
Суточная	18,0	18,1	19,6
Максимальная	23,2	24,2	24,0
Минимальная	11,5	9,4	13,0
Амплитуда	11,7	14,8	11,0
Абсолютная			
Максимальная	33,0	34,4	32,5
Минимальная	2,6	0,6	—
Амплитуда	30,4	33,8	—
		Почва	
Максимальная	41,5	43,0	—
Минимальная	14,0	—1,0	—
Амплитуда	37,5	44,0	—

Наблюдения за летним периодом 1976 г. показали, что разница средней минимальной суточной температуры на вырубке и под пологом леса всегда менее 1°. В то же время разница экстремальных температур, особенно на почве, достигает существенных значений. Так, за период с 1 июня по 15 сентября на высоте 2,0 м абсолютный минимум на вырубке составил 0,0, а под пологом +0,7°, на почве соответственно —3,5 и 1,6° (разница 5,1°), абсолютный максимум на вырубке 30,5°, а под пологом 29,3° (разница 1,2°).

Для выяснения роли древесного полога в формировании температурного режима при различных типах погоды был сделан подсчет средних суточных температур для циклональных и антициклональных периодов. Оказалось, что при циклональной погоде средняя суточная температура под пологом выше на 0,3, при антициклональной — ниже на 0,5°.

В холодный период степень влияния полога древостоев на температурный режим минимальна. Даже показатели экстремальных температур под пологом леса и на вырубке отличаются не более чем на 1—2°.

Таким образом, результаты наблюдений показывают, что среднемесячные температуры воздуха под пологом спелых пихтово-еловых лесов и на вырубках различаются в пределах 1°. Больших различий достигают эстремальные (особенно минимальные) температуры вегетационного периода.

Особенности термического режима под пологом древостоев и на вырубке, особенно ночью, являются определяющими в

процессах росообразования. Как следует из приведенных данных, поверхность вырубки в ночное время более интенсивно охлаждается. Это создает благоприятные условия для выпадения росы на вырубке (10—15 мм за теплый период), в то время как под пологом леса на почве выпадает не более 1 мм.

Сравнивая полученные результаты с данными по другим районам страны, убеждаемся, что степень влияния полога темнохвойных лесов и на среднемесячные температуры повсеместно равнозначна, независимо от местных климатических особенностей. Так, под пологом 130-летнего ельника травяно-зеленомошного (Вологодская обл.) средняя температура в мае — августе ниже на 1,2—1,5°, зимой же различия отсутствуют (Протопопов, 1975). А. П. Клинцов (1973) указывает, что в спелом пихтово-еловом древостое (о-в Сахалин) средняя температура воздуха за май — ноябрь ниже на 1,4° в сравнении с безлесными экотопами. Как показали исследования В. В. Протопопова (1975), главным фактором, определяющим степень влияния древесного полога на температурный режим, является общий запас фитомассы и листовой индекс фитоценоза.

В насыщении воздуха водяным паром важная роль принадлежит лесной растительности, причем влажность воздуха выше не только под пологом древостоев, но и на открытых пространствах, прилегающих к лесным массивам. Наблюдения за относительной влажностью под пологом леса и на вырубке показали, что в первом случае она всегда на 5—10 % выше. В зимнее время различия во влажности незначительны или отсутствуют. Примерно такие же различия приводятся для темнохвойных лесов Саян и о-ва Сахалина (Клинцов, 1973; Протопопов, 1975). Значительные понижения относительной влажности, угнетающе действующие на травянистый покров лесных омброфитов, под пологом бывают крайне редко. За весь срок наблюдений подобный случай был зафиксирован только один раз летом 1975 г., когда относительная влажность под пологом снизилась до 20 %, что вызвало временное завядание папоротников. В то же время в депрессиях западного и восточного макросклонов Уральского хребта абсолютный минимум достиг 13 %, что повлекло за собой интенсивное усыхание трав на лугах.

В зависимости от погодных условий влияние древесного покрова на влажность воздуха неодинаково. При антициклональной погоде оно наиболее существенно, тогда как при циклональной выражено слабо. Разница влажности воздуха в лесу и на вырубке во втором случае не более 2—3 %.

Более высокая влажность воздуха внутри лесного фитоценоза непосредственно влияет на некоторые элементы влагооборота. Прежде всего это отражается на испарении с поверхности почвы и покрова: в лесу оно сильно снижено. По на-

Таблица 2

Средняя суточная температура и влажность воздуха в толще лесного фитоценоза (1975 г.)

Высота над уровнем почвы, м	Температура, °С			Относительная влажность воздуха, %		Абсолютная влажность, мб		
	средняя	абсолютный максимум	абсолютный минимум	средняя	абсолютный минимум	средняя	абсолютный максимум	абсолютный минимум
				Май				
0,0	8,6	28,0	—3,5	—	—	—	—	—
2,0	9,5	24,0	—3,5	66,6	30,0	7,9	19,5	3,0
11,0	10,2	24,9	—3,5	56,6	23,0	7,0	14,6	3,1
21,0	10,4	24,5	—3,2	59,0	31,0	7,3	13,8	2,3
				Июнь				
0,0	13,6	32,1	1,5	—	—	—	—	—
2,0	15,5	27,5	0,0	68,3	35,0	12,0	26,8	5,9
11,0	16,5	28,1	—0,5	60,0	28,0	11,3	19,4	5,0
21,0	16,4	28,0	—0,9	57,3	—	11,0	—	—
				Июль				
0,0	16,3	36,5	4,0	—	—	—	—	—
2,0	17,0	33,0	2,6	74,0	20,0	13,7	21,4	6,6
11,0	18,2	34,0	2,5	60,5	15,0	12,1	21,5	6,2
21,0	18,5	33,0	2,5	67,5	24,0	14,2	22,0	7,2
				Август				
0,0	11,5	28,5	0,6	—	—	—	—	—
2,0	12,6	27,5	0,7	79,5	34,0	11,6	17,2	6,5
11,0	13,2	28,5	—0,3	72,7	27,0	10,8	16,7	5,6
21,0	13,2	28,0	0,7	73,3	27,0	10,9	17,1	6,2
				Сентябрь				
0,0	10,6	25,0	—0,5	—	—	—	—	—
2,0	11,1	21,0	—0,5	82,4	53,0	10,7	14,6	6,2
11,0	12,3	22,5	—1,8	73,0	46,0	10,4	16,4	5,0
21,0	12,3	22,5	—1,0	77,0	42,0	10,8	16,1	6,4

шим наблюдениям, величина испарения с водной поверхности под пологом леса в 6,5 раз ниже, чем на вырубке. На вырубке средняя суточная величина испарения (июнь — август) составляет 2,6 мм, а под пологом древостоя 0,4 мм. Сходные цифры приводит А. П. Клинцов (1973) для пихтово-еловых лесов Южного Сахалина. По его данным, под пологом среднесуточная величина испарения 0,58 мм, а на открытом месте 2,6 мм. Хотя испарение с водной поверхности не отражает истинной величины потерь воды почвой, тем не менее оно дает представление о разнице возможного иссушения под пологом леса и на вырубках.

Внутриценозные вертикальные градиенты температуры и влажности воздуха. Структура темнохвойных древостоев имеет существенное значение в формировании гидротермических режимов в толще лесных фитоценозов. Систематические градиентные наблюдения, проведенные в 1974 и 1975 гг., позволили выявить основные закономерности этого процесса (табл. 2).

Среднемесячные температуры в толще лесного фитоценоза имели четкую инверсионную стратификацию: повышение от поверхности почвы к верхней границе кронового фитогоризонта. С мая по сентябрь разность средних месячных температур на уровнях 0,0—21,0 м составляла 1,7—2,8, причем градиент их в июле — августе несколько больше и достигал 2,2—2,8, в то время как в мае и сентябре 1,7—1,8°. Абсолютные максимумы их с поднятием вверх, напротив, уменьшались, и разница их в толще фитоценоза составляла от 2,5 до 4,1°. В распределении абсолютных минимумов четких закономерностей не обнаружено, однако можно отметить, что в среднем их показатели на высоте 21 м на 0,3—2,4° ниже, чем у поверхности.

В зависимости от типа погоды температурные градиенты в теплый период могут существенно отличаться от среднемесячных. При радиационных погодах общий ход средних температур в толще фитоценоза складывается по инверсионному типу. Разность на уровнях 0,0—21 м колеблется в пределах 1,5—5,7, что составляет 0,07—0,3° на 1 м. При циклональных погодах распределение температур резко отличается от радиационных. Как правило, преобладает изотермия, но отмечаются дни с инверсионным и редко сверхадиабатическим распределением температурных градиентов.

Характер температурных градиентов влияет на образование горизонтальных осадков в темнохвойных лесах. Так, инверсии температур не способствуют росообразованию внутри древостоев. Интенсивное росообразование на кронах происходит только в периоды со сверхадиабатическим градиентом, которых в году бывает не более 15. Однако этого достаточно, чтобы лесные БГЦ за счет росы получали дополнительно около 15 мм осадков.

Для холодного периода характерно уменьшение вертикальных градиентов. При радиационных типах погоды, как и летом, преобладают инверсии температур за счет поглощения кронами прямой солнечной радиации, а величина их градиента достигает 1—2° (0,05—0,1°/м). В ночное время градиент приобретает обратный знак за счет интенсивного выхолаживания крон. При циклональных погодах устанавливается или изотермия, или незначительное понижение температуры при поднятии вверх. В этом случае разность температур в фитоценотической толще 0,0—21 м не превышает 1°.

Влажность воздуха в толще древостоя связана с градиентом температур. При движении от поверхности почвы к верхней границе полога средняя влажность имеет четкую тенденцию к понижению на 5—11 % (0,5—0,7 мб), причем в середине лета разница возрастает. В переходные сезоны и холодный период градиент влажности выражен слабо или отсутствует.

Температурный режим почв. Температурный режим почв имеет определяющее значение в сезонном развитии фитоценозов и в значительной мере сказывается на отдельных элементах влагооборота внутри БГЦ. Полог древостоев, перехватывая часть солнечной радиации, способствует понижению температуры почвы и в то же время существенно сглаживает суточный и сезонный ход температур. Так, температура почвы под пологом леса и на поляне в 1975 г. была следующей:

Месяц	Глубина, см	Лес	Поляна
	5	4,0	—
Май	20	2,7	—
	5	9,4	11,1
Июнь	20	7,5	10,0
	5	11,9	13,5
Июль	20	10,2	13,0
	5	10,4	11,2
Август	20	9,6	11,1
	5	9,4	—
Сентябрь	20	8,8	—

Сравнение данных по температурному режиму почв за теплый период под пологом леса и на поляне показывает, что температурные градиенты в их почвенной толще почти одинаковы: в лесу разница температуры на глубине 5 и 20 см составляет 0,6—1,9, на поляне 0,5—1,0°.

Как известно, термическая инертность почв во много раз больше, чем воздуха, поэтому средние месячные температуры верхних их горизонтов за весь теплый период ниже. Так, в лесу разность средних месячных температур воздуха на высоте 2 м и почвы на глубине 20 см составляла летом 1975 г. 3—8, в том числе в июле 7,7, августе 3°. На поляне разность температур тех же уровней составила 1,6—7,3°, в том числе в июне 7,3, августе 1,7°.

Нами исследован характер температурного режима почв горных темнохвойных лесов в зимний период в пределах Висимского заповедника. Прежде всего следует считать ошибочным мнение о сильном промерзании почв горной полосы Среднего Урала. Так, по мнению М. И. Бабкиной (1970), нулевая изотерма здесь располагается на глубине до 100—220 см. Наши же наблюдения не подтверждают этих выводов. В осевой части хребта снег ложится рано и большей частью на талую почву. Толща снега препятствует сильному охлаждению

Таблица 3

Высота снежного покрова и температуры почвы на глубине 5 см зимой 1975—1976 гг.

Тип леса	Высота над ур. м., м	Дата наблюдений				
		25.XI	5.I	25.I	3.III	20.III
Кедро-ельник хвощово-сфагновый	400	28* 0,0	—	69 —0,8	—	78 —1,4
Пихто-ельник крупнопапоротниковый	480	29 +0,5	— 0,0	71 —0,5	89 —1,0	85 —1,5
Пихто-ельник осоково-липняковый	480	32 +1,1	—	75 —	—	88 —0,5
Пихто-ельник папоротниково-высокотравный	560	38 +0,8	67 +0,6	84 —	105 —0,7	97 0,0

* В числителе — высота снежного покрова, см; в знаменателе — температура почвы, °С.

почвы и ее промерзанию. В некоторые годы с ранним образованием снежного покрова и мягкой зимой в лесах горной полосы возможны положительные температуры почвы. Зимой 1975—1976 гг. наиболее низкая температура почвы на глубине 5 см в горно-таежном поясе достигала всего 1,5° (табл. 3). Под пологом пихто-ельника папоротниково-высокотравного на высоте 560 м над ур. м. минимальная температура составила 0,7°, а к середине марта за счет внутреннего тепла она повысилась до нуля. Полученные данные наглядно подтверждают роль снежного покрова и свойственных горам зимних инверсий (температур воздуха) в формировании температурных режимов почв. Почвы подножий гор и межгорных депрессий, располагающихся в условиях скопления и застоя холодного воздуха и сравнительно маломощного снежного покрова, охлаждаются быстрее и раньше и прогреваются позднее, нежели почвы более высоко расположенных экотопов.

Как уже указывалось, полог темнохвойных древостоев зимой почти не оказывает отепляющего воздействия на почвы и, задерживая осадки, влияет на их степень промерзания. Чем больше испаряется снега с крон, тем меньше его мощность под пологом и тем сильнее промерзание почв. Однако наличие окон, прогалин и небольших вырубок в пихтово-еловых лесах горной полосы приводит к увеличению мощности снежного покрова в сравнении с безлесными площадями, снег с которых частично сдувается. Мощный снежный покров способствует незначительному промерзанию почв. Благодаря этому в условиях Среднего Урала на вершинах и средних частях склонов под пологом темнохвойных лесов возможно существо-

вание некоторых относительно теплолюбивых травянистых и древесных видов широколиственной зоны.

Слабое промерзание горных почв или отсутствие его способствует повышению водорегулирующих функций горнотаежных лесов. В некоторые годы таяние снега за счет почвенного тепла начинается уже в феврале — марте; это способствует большему впитыванию воды почвой и уменьшению поверхностного стока, что, как известно, благотворно отражается на режимах речного стока.

Таким образом, исследования, проведенные в лесах Среднего Урала, подтверждая литературные данные, свидетельствуют о том, что полог лесов формирует специфический микроклимат лесных фитоценозов, через него влияет на биогеоценотический влагооборот и в конечном итоге усиливает водоохранные функции горных лесов.

Сравнение степени воздействия древесного полога темнохвойных пород на характеристики лесного микроклимата в различных регионах страны свидетельствует о его едином микроклиматическом эффекте. Незначительные его вариации можно отнести за счет местных физико-географических условий.

ЛИТЕРАТУРА

Бабкина М. И. Распределение нулевой изотермы в почве на территории Урала. Свердловск, 1970, с. 87—90.

Данилик В. Н. Микроклимат на лесосеках различных способов рубок.— В кн.: Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1970, вып. 4, с. 63—88.

Данилик В. Н., Мельчанов В. А. Отложение и таяние снега в лесу и на вырубках Среднего Урала.— В кн.: Изменение водоохранно-защитных функций лесов под влиянием лесохозяйственных мероприятий. Пушкино, 1973, с. 35—50.

Зубарева Р. С. Изучение микроклимата под пологом темнохвойных древостоев Средне-Уральского стационара.— В кн.: Информационные материалы Средне-Уральского горно-лесного биогеоценологического стационара по итогам 1974 г. Свердловск, 1975, с. 15—17.

Клинцов А. П. Защитная роль лесов Сахалина. Южно-Сахалинск, 1973. 213 с.

Протопопов В. В. Средообразующая роль темнохвойного леса. Новосибирск: Наука, 1975. 327 с.

Смолоногов Е. П. Материалы к характеристике микроклиматических условий на концентрированных вырубках.— В кн.: Вопросы развития лесного хозяйства на Урале. Свердловск: УФАН СССР, 1960, с. 25—41.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР — УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НА УРАЛЕ · 1981

В. Г. ТУРКОВ, Н. Н. ШЕВЕЛЕВ

К СРАВНИТЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ МЕСТНОГО КЛИМАТА ВОДОРАЗДЕЛЬНОГО КРЯЖА СРЕДНЕГО УРАЛА

Проводившиеся в 1974—1976 гг. на Среднеуральском горно-лесном стационаре (Висимский заповедник) микроклиматические наблюдения, несмотря на их эпизодичность и неполноту, представляют интерес для характеристики местного климата не только водораздельного кряжа, где располагается стационар, но и всего южнотаежного Среднего Урала. На водораздельном кряже до последнего времени не было ни одной метеостанции государственной метеосети (лишь недавно на нем начала функционировать автоматическая радиометеостанция — АРМС Висимский заповедник), поэтому какая-либо информация по этому обширному региону, чрезвычайно важному для выявления барьерной роли Уральского хребта, отсутствовала. С этим связаны ошибочное мнение о глубоком сезонном промерзании горных почв (Бабкина, 1970), затруднения в вычислении вертикальных гидротермических градиентов с целью экстраполяции на этот регион данных метеосети и т. п. Вместе с тем изучение местного климата водораздельного кряжа небезынтересно в лесоводческом и лесохозяйственном отношениях. Без этих наблюдений нельзя объяснить, в частности, своеобразное инверсионное пространственное размещение типов темнохвойной горной тайги Среднего Урала и формирование на более высоких уровнях субнеморальных (с элементами широколиственно-лесной флоры) ее типов, тогда как у подножий кряжа и в межгорных депрессиях они отсутствуют; без них же будет затруднена разработка лесовосстановительных, противопожарных и других мероприятий.

Выявить своеобразие местного климата водораздельного кряжа и вычислить вертикальные градиенты температур и увлажнения легче всего путем сопоставления климатических данных по смежным или близким к нему ландшафтным округам, обеспеченным станциями государственной сети. Для сравнения был выбран ряд метеостанций (1—8), расположенных

Таблица 1

Средняя месячная температура приземного слоя воздуха и температурные градиенты за вегетационный период 1975 г.

Метеостанция	Май	Июнь	Июль	Август
	Температура, °С			
1	10,8	15,4	17,2	13,2
3	9,7	14,4	16,4	12,6
5	—	17,3	17,7	12,8
6	9,4	15,2	17,5	12,6
7	10,5	15,6	17,5	13,6
8	9,6	14,5	16,9	12,7
	Градиенты температур, град/100 м*			
Западный макросклон	(—5,8) — 0,7	(—5,8) — (—14)	(—4,2) — (—0,4)	(—3,6) — 0,3
Восточный макросклон	0,5 — (—0,6)	(—0,9) — (—7,3)	(—0,01) — (—4,0)	0,3 — (—4,7)

* Знак минус перед величиной температурного градиента означает его аномальный (инверсионный) характер.

приблизительно в одном широтном створе, пересекающем Средний Урал с запада на восток: в округе западных предгорий — Кузино, 333 м над ур. м. (1); в округе Чусовской депрессии — Староуткинск, 252 м над ур. м. (2); в низкогорно-хребтовом округе западного макросклона — Висим, 314 м над ур. м. (3); в округе водораздельного кряжа три эпизодически действовавших метеостанции стационара — вырубка, поляна и лес, 470—480 м над ур. м. (4, 5, 6); и, наконец, в округе восточных предгорий две метеостанции — Невьянск, 277 м над ур. м. (7) и Нижний Тагил, 262 м над ур. м. (8).

Из трех неполных лет наблюдений 1974 и 1975 гг. отличались аномально теплыми и сухими вегетационными сезонами, а 1976 г. характеризовался гидротермическим режимом, близким к многолетней норме. По своим погодным условиям 1975 г., можно считать, был экстремально теплым и сухим. В течение почти всего его теплого периода на Среднем Урале преобладала антициклональная погода, сопровождающаяся засухой. Лишь в мае и августе наблюдалось прохождение циклонов и количество осадков возрастало. Сравнение средних месячных температур приземного слоя воздуха на высоте 2,0 м (табл. 1) показывает, что на всем Среднем Урале преобладало резко инверсионное их распределение, причем на высотах от 250 до 300—400 м над ур. м. аномальные температурные градиенты (т. е. повышение температур с увеличением высоты местности) достигали исключительно больших величин: от 3,6 до 5,8 и даже 7,3° на каждые 100 м; на более высоких уровнях (до 470—480 м) они уменьшались до 0,4—1,4°, а в

мае и августе носили нормальный характер (т. е. температуры с высотой понижались).

Таким образом, высота 480—500 м над уровнем моря, соответствующая верхнему пределу темнохвойных лесов с липой в древостое и подлеске, является, видимо, в то же время и верхним пределом относительно устойчивых температурных инверсий. В годы с нормальным сочетанием антициклональных и циклональных погодных условий, а тем более с преобладанием последних, температурные инверсии, естественно, выражены слабее, о чем свидетельствует уменьшение аномальных градиентов или даже нормализация их в течение более циклональных месяцев 1975 г.— мая и августа.

Для экологической оценки температурных инверсий необходимо правильно разбираться в процессах их возникновения. Как указывалось, они характерны в основном для ясной антициклональной погоды, при наступлении которой летом в дневные часы прогрев земной поверхности, а от нее и приземного слоя воздуха по мере подъема в горы уменьшается (в связи с закономерным снижением в этом направлении радиационного баланса), и температурные градиенты имеют большей частью нормальное значение. В послеполуденные и вечерние часы начинаются местные перемещения приземных воздушных масс. По горным склонам сверху вниз стекают более холодные воздушные массы, вытесняющие вверх более прогретый воздух межгорных депрессий. В сравнительно тонком приземном слое воздуха устанавливается температурная инверсия. Ночные часы при ясной антициклональной погоде особенно чреваты сильным выхолаживанием поверхности вплоть до возникновения поздневесенних и летних заморозков. Температурные инверсии снижают вероятность ночных заморозков и сильного выхолаживания горных экотопов. Так, в июне 1975 г. всеми метеостанциями Среднего Урала были зафиксированы заморозки на почве до (—1,5) — (—2,5°), в то время как на метеостанциях стационара температуры были положительными.

Увеличивая теплообеспеченность воздушного компонента горных экотопов, температурные инверсии, в силу малой теплоемкости воздуха, почти не сказываются на температурных режимах почво-грунтов. В горных экотопах последние, как правило, в течение всего вегетационного сезона имеют более низкие значения, чем у подножий гор или в межгорных депрессиях. Даже на осредненных температурах поверхности почв инверсии сказываются слабо. В том же 1975 г., когда инверсии температур на высоте 2,0 м от поверхности были выражены отчетливо, на самой поверхности они практически не отражались, и температурные градиенты на этом уровне соответствовали норме (табл. 2).

В зимнее время температурные инверсии связаны с втор-

Таблица 2

Средняя месячная температура поверхности почв и температурные градиенты на этом уровне за вегетационный период 1975 г.

Метеостанция	Май	Июнь	Июль	Август
	Температура, °С			
3	14,3	21,0	23,0	16,0
5	8,6	17,0	19,0	—
6	8,6	14,0	16,0	12,2
8	14,0	21,0	23,0	16,0
	Градиенты температур, град/100 м			
Западный макросклон	3,4—3,9	3,5—5,4	2,4—4,2	1,8
Восточный макросклон	2,3	1,9—3,2	1,9—3,2	1,8

Таблица 3

Ход экстремальных температур, °С, с мая 1975 г. по февраль 1975 г.

Метеостанция	Месяц									
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
	Абсолютный максимум									
1	26,0	29,1	35,0	29,7	24,0	14,7	3,3	0,4	0,2	—0,5
3	25,4	31,2	35,3	29,9	24,4	13,1	3,6	0,8	0,5	0,4
4	—	—	—	—	—	13,3	2,9	0,1	—	0,0
5	—	31,5	34,4	29,1	22,3	—	—	—	—	—
6	24,0	27,5	33,0	27,5	21,0	11,6	2,2	—0,5	—	—
7	26,3	31,1	32,5	29,5	25,0	12,8	3,4	—0,4	2,8	2,2
8	26,8	29,2	34,2	30,0	25,2	11,5	3,9	—0,9	1,1	1,8
	Абсолютный минимум									
1	—2,6	—1,5	—2,7	1,7	—3,3	—19,6	—30,0	—30,9	—35,0	—43,4
3	—4,1	—2,6	1,3	1,1	—2,8	—18,5	—34,8	—23,7	—36,0	—46,8
4	—	—	—	—	—	—16,8	—22,8	—	—33,2	—38,0
5	—	1,6	0,6	—	—1,5	—	—	—	—	—38,0
6	—3,5	0,0	2,6	0,7	—0,5	—15,0	—23,5	—23,8	—	—
7	—1,4	1,3	4,9	3,4	—1,2	—16,1	—26,0	—20,8	—30,9	—40,4
8	—4,8	—2,1	3,6	—0,4	—3,2	—18,6	—30,0	—24,7	—31,8	—39,9
	Амплитуда									
1	28,6	30,6	37,7	28,0	27,3	34,3	33,3	31,3	35,2	42,9
3	30,0	33,8	33,7	28,8	27,2	31,6	38,4	24,5	36,5	47,2
4	—	—	—	—	—	30,1	25,7	—	—	38,0
5	—	29,9	33,8	—	23,8	—	—	—	—	—
6	27,5	27,5	30,4	26,8	21,5	26,6	25,7	23,3	—	—
7	27,7	29,8	27,6	26,1	26,2	28,9	39,4	20,4	33,7	42,6
8	31,1	31,3	30,6	30,4	28,4	30,1	33,9	23,8	32,9	41,7

Таблица 4

Влажность воздуха на Среднем Урале за вегетационный период 1975 г., %

Метеостанция	Июнь	Июль	Август	Метеостанция	Июнь	Июль	Август
1	49* 21	57 24	69 22	6	63 33	77 20	79 33
3	54 19	49 13	69 19	7	49 13	59 15	66 18
5	59 —	67 —	72 28	8	50 30	58 25	69 21

* В числителе — относительная влажность воздуха; в знаменателе — абсолютный минимум влажности.

жением холодных воздушных масс, заполняющих депрессии и вытесняющих вверх более теплый воздух, т. е. носят характер адвективных инверсий. При этом разница температур между днищами депрессии и даже невысокими горными вершинами может достигать 20° (Аскинази, 1905). Это резко снижает вероятность сильных морозов в горах. Так, зимой 1975—1976 гг. в Чусовской депрессии была зафиксирована температура —46,8°, в то время как на стационаре даже на вырубке абсолютный минимум составил —38,0°. Таким образом, температурные инверсии, не повышая или очень слабо повышая теплообеспеченность горных экотопов, делают как суточный, так и годовой ход температур на них более мягким. Это особенно наглядно иллюстрируется данными по годовому ходу экстремальных температур (табл. 3). Их амплитуда, величина, которая прежде всего принимается во внимание при определении степени контрастности (континентальности) или в данном случае мантанности климата, на водораздельном кряже в любом из месяцев года на 3—8° меньше, чем в предгорьях или депрессиях, следовательно, местный климат первого ландшафтного округа существенно мягче, чем в других округах Среднего Урала. Кроме того, если вспомнить, что полог еще широко сохранившихся здесь темнохвойных лесов также смягчающе действует на гидротермические режимы экотопов (см. статью Н. Н. Шевелева, В. Г. Туркова в наст. сборнике), то можно согласиться с теми исследователями, которые квалифицируют местный климат горных округов Среднего Урала как субокеанический. К сожалению, отсутствие круглогодичных наблюдений на метеостанциях стационара не позволяет вычислить некоторые комплексные показатели, необходимые для типизации местного климата водораздельного кряжа по степени его океаничности или континентальности.

Таблица 5

Среднее месячное количество осадков за теплые периоды 1974 и 1975 гг., мм

Месяц	Метеостанция					
	1	2	3	5	7	8
			1974 г.			
Июнь	76,7	52,0	62,5	48,5	47,7	78,4
Июль	79,1	84,0	87,4	85,5	73,6	82,0
Август	47,4	70,9	32,4	60,9	27,2	82,0
Сентябрь	15,5	7,3	3,0	11,1	4,3	7,4
Октябрь	38,7	33,8	38,4	41,5	39,9	3,8
			1975 г.			
Май	42,2	41,0	37,2	—	32,5	37,9
Июнь	14,7	13,0	33,2	17,9	14,7	40,6
Июль	57,4	21,8	38,2	39,4	56,1	55,9
Август	93,5	104,6	97,5	93,6	73,3	93,6
Сентябрь	28,4	27,9	35,2	35,6	15,4	33,7

Снижением контрастности хода температур и уменьшением вероятности летних заморозков и жестоких зимних морозов на горных склонах и невысоких вершинах южнотаежного Среднего Урала и объясняется сохранение здесь реликтовой широколиственно-лесной флоры, которая, входя в состав таежных фитоценозов, придает им субнеморальный облик. Добавим к этому, что более глубокий снежный покров в горах, препятствующий сильному промерзанию почв, губительному для неморальной флоры, также благоприятствует ее сохранению в составе таежных сообществ.

Влажность воздуха на Среднем Урале обусловливается господством западного переноса влажных воздушных масс, горным рельефом и высокой лесистостью. Абсолютная среднегодовая влажность составляет 6,0—6,8 мб, максимальной величины она достигает в июле — до 14,5 мб, минимальной в январе — 1,6 мб (Чикишев, 1960). Относительная влажность в 13 ч на наветренном западном макросклоне выше, чем на подветренном восточном. В июле относительная влажность в горах на 5—7 % выше, чем на прилегающих равнинах (Кувшинова, 1968). Сопоставление данных по относительной влажности воздуха в различных ландшафтных округах подтверждает ее увеличение с высотой над уровнем моря, а также положительное влияние на нее полога леса (табл. 4). Это также свидетельствует о несколько большей океаничности местного климата водораздельного кряжа в сравнении с другими округами Среднеуральского низкогорья.

По сумме осадков за теплые периоды 1974 и 1975 гг. до-

Таблица 6

Высота снежного покрова и водозапас в холодный период 1975—1976 гг.

Метеостанция	Месяц					
	X	XI	XII	I	II	III
			Поле (поляна)			
1	19* / 30	22 / 53	40 / 92	67 / 147	67 / 147	62 / 161
2	—	19 / 49	46 / 101	64 / 147	74 / 185	—
3	5 / 10	5 / 14	4 / 14	9 / 22	29 / 58	42 / 101
5	—	35 / 74	—	82 / 189	105 / 264	94 / 250
7	5 / 10	5 / 14	9 / 22	22 / 33	29 / 58	13 / 38
8	10 / 18	6 / 13	13 / 29	36 / 76	36 / 69	10 / 30
			Лес			
1	—	31 / 59	43 / 64	67 / 147	75 / 172	64 / 154
2	—	23 / 53	51 / 107	72 / 151	83 / 166	—
6	—	29 / 66	—	71 / 156	84 / 190	85 / 220
8	—	19 / 33	28 / 30	44 / 88	51 / 102	47 / 108

* В числителе — высота снежного покрова, см; в знаменателе — водозапас, мм.

стоверных различий между округами не выявилось, и вычисление вертикальных градиентов оказалось невозможным (табл. 5, 6). В некоторые месяцы они имели даже отрицательное значение, т. е. свидетельствовали о понижении увлажнения с высотой над уровнем моря.

Это вполне естественно для лет, отличавшихся преобладанием антициклональной погоды, когда осадки связаны не с прохождением влагоносных океанических масс, а с внутримассовой конденсацией влаги и выпадают не в виде фронтальных дождей, а в виде локальных ливней. Барьерная роль водораздельного кряжа особенно отчетливо проявилась в холодные периоды, когда поступление осадков связано преимущественно с переносом влагоносных масс извне, прежде всего из районов Атлантики. По мере прохождения их над сильно пересеченным и облесенным западным макросклоном Сред-

него Урала они осаждают на нем значительную толщу снега, быстро увеличивающуюся к водоразделу. Вертикальные градиенты увлажнения в этот период имели положительный знак и достигали по водозапасу 40,6—85,0 мм в 1974—1975 гг., 70—100 мм в 1975—1976 гг. на каждые 100 м подъема.

Таковы первые результаты сравнительного изучения местного климата водораздельного кряжа Среднего Урала. Дальнейший анализ информации, поступающей с установленной там АРМС, несомненно, позволит уточнить и детализировать сделанные нами выводы.

ЛИТЕРАТУРА

Аскинази В. О. Инверсия температуры на Урале во время барометрических максимумов.— Изв. Акад. наук, 1905, т. 22, с. 75—84.

Бабкина М. И. Распределение нулевой изотермы в почве на территории Урала.— Сб. работ Свердл. ГМО, 1970, вып. 12, с. 87—90.

Кувшинова К. В. Климат.— В кн.: Урал и Приуралье. М.: Наука, 1968, с. 82—117.

Чикишев А. Г. Некоторые особенности климата Среднего Урала.— Бюлл. МОИП. Отд. геол., 1960, вып. 35, № 1, с. 127—129.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР — УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НА УРАЛЕ · 1981

Н. С. САННИКОВА

ЭКОКЛИМАТИЧЕСКАЯ РОЛЬ ПОЖАРОВ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ

Лесные пожары, циклически повторяющиеся в сосновых лесах, являются одним из важнейших экологических факторов, оказывающих влияние на структуру, функцию и эволюцию сосновых лесов (Clements, 1910; Ткаченко, 1911; Корчагин, 1954; Санников, 1973; Работнов, 1978). В зависимости от интенсивности пожары более или менее радикально изменяют все компоненты биогеоценоза (Санников, 1978).

Если влияние пожаров на древостои, нижние ярусы растительности, естественное возобновление древесных растений, почву и некоторые другие компоненты лесных экосистем изучены достаточно широко, то вопросам послепожарного изменения микроклимата посвящены отдельные работы, касающиеся в основном условий открытых гарей (Протопопов, 1959; Санников, 1965). Послепожарные изменения микроклимата под пологом леса кратко рассмотрены в работах М. Д. Евдокименко (1978). Однако каких-либо закономерных изменений микроклимата после пожара не установлено. В связи с этим цель нашей работы — попытаться выявить такие изменения, происходящие под влиянием низового пожара в сосновых лесах.

В качестве объекта избраны три преобладающих типа леса: сосняк бруснично-лишайниковый, бруснично-черничный и черничный в Припышминском лесном массиве подзоны предлесостепных сосново-березовых лесов Западной Сибири. Для наблюдений подбирались пары пробных площадей: участок леса (возраст 90—100 лет, полнота 0,8, состав 10С), пройденный палом определенной интенсивности, и близкий по структуре древостоя смежный участок, не затрагивавшийся огнем как минимум 25—30 лет (контроль). Измерения фотосинтетически активной радиации (ФАР) выполнялись в пасмурный день (облачность 10 баллов) люксметром Ю-16. Температура и относительная влажность воздуха на высоте расположения хвои 1—2-летних всходов (5—7 см) записывались с помощью недельных термографов (М-16 Н) и гигрографов (М-21 Н), установ-

Рис. 1. Послепожарная динамика относительной ФАР в сосняке брусничнo-черничном в связи с изменением проективного покрытия травяно-кустарничкового покрова.

1 — ФАР на высоте 2 м, *2* — то же на высоте 5—10 см, *3* — проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса.

ленных под микроклиматической защитой от прямой солнечной радиации. Термографы еженедельно проверялись по показаниям срочных термометров, а гигрографы — по аспирационным психрометрам.

Относительная освещенность. Под пологом леса естественное возобновление сосны протекает при постоянном дефиците ФАР. В сосновых лесах с полнотой более 0,6—0,7 проникает от 20 до 40 % ФАР от открытого места (Цельникер, 1969; Алексеев, 1975).

Как показали наши исследования, низовой пожар, изреживая древостой и уничтожая надземные части травяно-кустарничкового яруса, приводит к существенному повышению относительной ФАР.

На рис. 1 приведена динамика относительной освещенности в 90-летнем сосняке брусничнo-черничном, пройденном интенсивным низовым пожаром. Сразу после пожара относительная ФАР, измеренная на высоте 2 м, резко возрастает (с 18 до 41 %); позднее, на 2—7-е годы, в связи с продолжающимся отпадом поврежденной части древостоя достигает 47 %.

Огонь почти полностью уничтожает надземные части травяно-кустарничкового покрова. Поэтому относительная ФАР, измеренная на высоте расположения хвои одно-двухлетних всходов (5—7 см от поверхности почвы), после пожара также увеличивается с 12 до 40 % и становится вполне достаточной для роста и выживания всходов. Однако со 2-го по 7-й годы после пожара относительная освещенность снижается до 20 %. В последующие годы она начинает постепенно повышаться и стабилизируется к 17-му году, достигая 27 %. Форма кривой освещенности в этот период (1—17 лет) представляет как бы зеркальное отражение динамики проективного травяно-кустарничкового яруса.

Температура воздуха. На рис. 2 приведена динамика максимальной, минимальной, дневной и среднесуточной температуры воздуха на высоте 5—7 см от поверхности почвы.

На фоне антициклонального типа погоды (15—30 июля и 5—18 августа 1974 г.) максимальная температура на негорелых участках достигала 25—35 в сосняке брусничнo-лишайни-

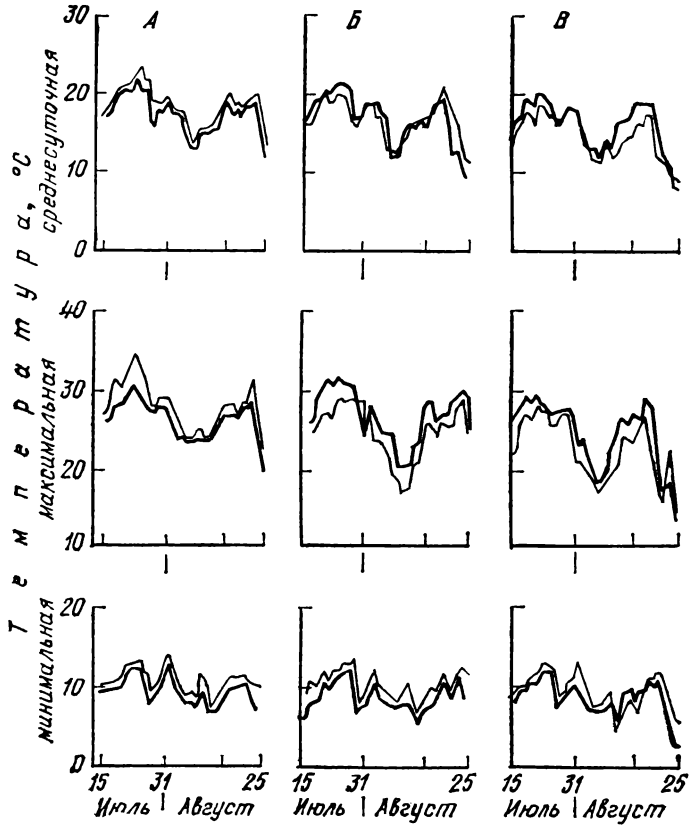


Рис. 2. Динамика температуры воздуха на высоте 3—5 см на горелом (*жирные линии*) и негорелом (*тонкие линии*) участках в сосняках бруснично-лишайниковом (*А*), бруснично-черничном (*Б*) и черничном (*В*).

ковом, 23—28 — в бруснично-черничном и 20—25 °С — в черничном. В то же время над гарью она была в сосняке бруснично-лишайниковом на 2—4 ниже, а в сосняке бруснично-черничном и черничном выше на 3—5 и 1—3 °С соответственно.

В сосняке бруснично-лишайниковом пожар максимально смещает значение температур в область оптимума (20—25 °С для роста проростков и всходов), а в двух других типах леса температура увеличивается и переходит в область несколько выше верхней границы оптимума. Во всех типах леса минимальная ночная температура над ненарушенным покровом была на 1—3 °С выше, чем над обожженным субстратом. В ясную погоду среднесуточная температура припочвенного воздуха над гарью в сосняках бруснично-черничных и черничных за счет более

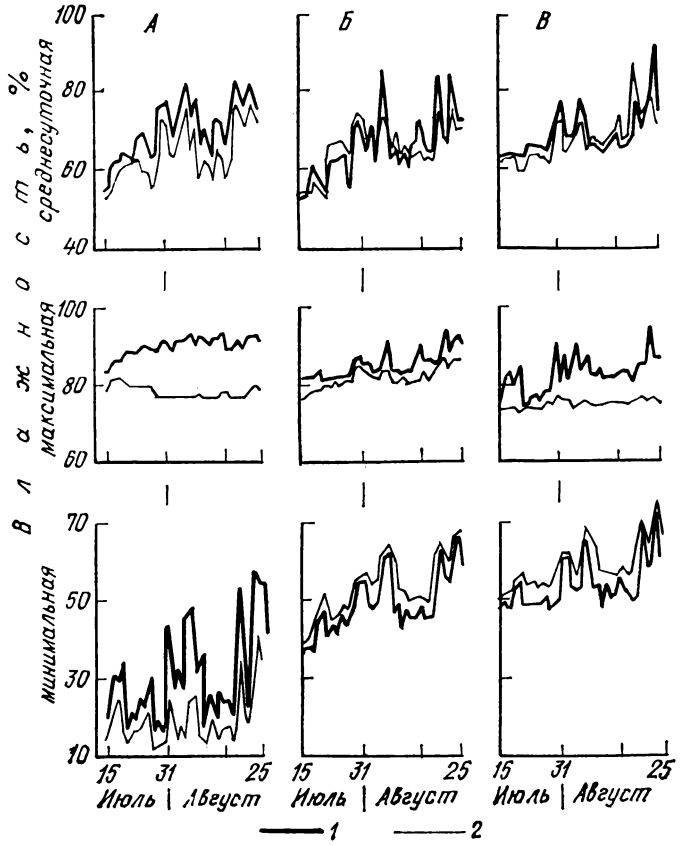


Рис. 3. Динамика относительной влажности воздуха на высоте 3—5 см на горелом (*жирные линии*) и негорелом (*тонкие линии*) участках в сосняках брусничнo-лишайниковом (*А*), брусничнo-черничном (*Б*) и черничном (*В*).

высоких полуденных максимумов на 1,5—2 °С выше, чем на контроле. В пасмурную погоду наблюдается изотермия. В сосняке же брусничнo-лишайниковом среднесуточная температура воздуха за весь период наблюдений была выше над лишайниковым покровом (на 3—4 °С), чем над обожженным субстратом. Суточные амплитуды после пожара остаются примерно такими же.

Относительная влажность воздуха. Наибольшее значение для выживания всходов сосны имеет режим минимальных полуденных величин относительной влажности воздуха (рис. 3). От него зависит интенсивность дневной транспирации и физическое испарение с поверхности почвы. Влажность находится

в обратной зависимости от максимальной дневной температуры воздуха, в ясную погоду в дневные часы над гарью в сосняке бруснично-лишайниковом она на 3—12 % выше, чем над лишайниковым покровом. Эти микроэкологические различия во влажности воздуха сопоставимы с различиями в увлажнении воздуха в смежных типах леса. В сосняках бруснично-черничном и черничном на гари влажность воздуха, напротив, ниже (на 1—3 %), чем над гипново-моховым покровом.

Максимальное значение влажности припочвенного воздуха во всех типах леса несколько выше на гари, чем на контроле, но эта разница не превышает ошибок измерений гигрографа. Не выявляются существенные различия и в среднесуточной влажности воздуха над различными субстратами.

Таким образом, в результате изреживания древостоя и травостоя в первые два года после низового пожара относительная доля ФАР у поверхности почвы увеличивается и становится вполне достаточной для фотосинтеза, роста и выживания всходов. Позднее, в связи с увеличением проективного покрытия травяно-кустарничкового яруса, она вновь снижается, все более лимитируя рост и выживание подроста.

В ясную погоду в сосняках бруснично-черничном и черничном максимальная температура припочвенного воздуха над гарью на 2—5, а среднесуточная на 1—2 °С выше, чем над гипново-моховым покровом. В сосняке бруснично-лишайниковом припочвенный воздух после пожара, напротив, охлаждается соответственно на 2—4 и 1—2 °С. Минимальная полуденная относительная влажность воздуха в двух первых типах леса над гарью снижается, а в третьем типе леса повышается.

В целом низовой пожар существенно оптимизирует наиболее лимитирующие факторы экоклимата для роста и выживания всходов — режим ФАР в сосняках бруснично-черничном и черничном и гидротермический режим воздуха в сосняке бруснично-лишайниковом.

ЛИТЕРАТУРА

Алексеев В. А. Световой режим леса. Л.: Наука, 1975. 227 с.

Евдокименко М. Д. Влияние пожаров на микроклимат и гидротермический режим почв в сосняках Забайкалья.— В кн.: Горение и пожары в лесу: Тезисы докл. на Первом всесоюз. совещ. Красноярск: СО АН СССР, 1978, с. 181—182.

Корчагин А. А. Влияние пожаров на лесную растительность и восстановление ее после пожара на Европейском Севере.— Труды БИН АН СССР, Геоботаника, 1954, вып. IX, с. 75—148.

Протопопов В. В. Микроклиматические условия в зарослях кипрея (*Chamaenerium angustifolium* L.).— Бот. ж., 1959, т. 44, № 8, с. 1150—1154.

Работнов Т. А. О значении пирогенного фактора для формирования растительного покрова.— Бот. ж., 1978, т. 63, № 11, с. 1605—1611.

Санников С. Н. Экологические особенности главнейших типов микросреды естественного возобновления сосны на сплошных вырубках.— Труды Ин-та биол. УФАН СССР, 1965, вып. 3, с. 231—242.

Санников С. Н. Лесные пожары как эволюционно-экологический фактор возобновления популяций сосны в Зауралье.— В кн.: Горение и пожары в лесу. Красноярск: СО АН СССР, 1973, с. 236—277.

Санников С. Н. Лесные пожары как биогеоценотический и эволюционный фактор.— В кн.: Горение и пожары в лесу. Красноярск: СО АН СССР, 1978, с. 162—165.

Ткаченко М. Е. Леса Севера. СПб., 1911. 91 с.

Цельникер Ю. Л. Радиационный режим под пологом леса. М.: Наука, 1969. 97 с.

Clements F. E. The life history of lodgepole burn forests.— U.S. Forest Serv. Bull., 1910, N 79. 56 p.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР — УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НА УРАЛЕ · 1981

Б. А. МИРОНОВ

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ СОСНЯКОВ ЮЖНОГО УРАЛА

Продуктивность и устойчивость лесных сообществ — важнейшие характеристики, определяющие в значительной степени их биосферную роль и хозяйственную ценность. Г. Ф. Морозов (1970) выдвигал в качестве самого основного условия для осуществления постоянного и непрерывного пользования лесом требования создания и поддержания устойчивости лесных насаждений. Он отмечал, что если рассматривать лес как «биоценозу», понимая под этим сложное общежитие разнообразных организмов, объединенных общностью условий жизни, т. е. как биогеоценоз в современном понимании, то главенство принципа устойчивости станет еще более несомненным. Он считал, что «...первое условие для биологической устойчивости как в стихийном, так и в хозяйственном лесу — это соответствие всех внутренних отношений, всего живого в лесу внешним условиям местопроизрастания. Можно выставить положение, что чем больше это соответствие, тем устойчивее лес, чем меньше, тем менее устойчив» (Морозов, 1970, с. 467).

Следует различать устойчивость по отношению к неблагоприятным абиотическим факторам и устойчивость к разным фитоценотическим условиям. И та и другая определяются биологическими особенностями данного вида, шириной его экологической ниши. Однако, например, при относительном совпадении у двух видов норм реакций на абиотические факторы, их отношение к фитоценотическим условиям может быть различным, и наоборот. В связи с этим и необходимо раздельное рассмотрение этих видов устойчивости. Так, сосна обыкновенная и береза повислая могут произрастать в разных местообитаниях: от заболоченных торфяно-подзолистых почв в северной тайге до сухих песков в лесостепи. При этом оптимальные абиотические условия для обоих видов довольно близки, но они имеют существенные различия в конкурентоспособности в разных местообитаниях. В оптимальных для произрастания и того

и другого вида абиотических условиях береза довольно легко сменяет сосну, а в экстремальных, наоборот, более устойчива последняя. В соответствии с этим в сухих местообитаниях на бедных песчаных почвах широко распространены сосняки, реже встречаются смешанные сосново-березовые насаждения и довольно редки чистые березняки. В то же время сильные погодичные колебания отдельных факторов абиотической среды (засухи, например) могут приводить к усыханию сосны в этих условиях и существенно не сказываться на ее состоянии при произрастании на свежих дерново-подзолистых почвах. В соответствии с этим были введены понятия экологических и фитоценотических (Шенников, 1942) или физиологических и экологических (Ellenberg, 1953) ареалов и оптимумов. Последняя терминология, на наш взгляд, более удачна.

Предлагаемая статья представляет собой попытку оценить с изложенных позиций материалы наших многолетних стационарных исследований в лесах Южного Урала (Миронов, 1961, 1968, 1978, 1978а). Исследования проводили в Восточно-Уральской провинции предгорных сосново-березовых лесов (Колесников, 1961) в основном на территории Ильменского государственного заповедника в спелых высокополнотных сосняках. Установлено, что ведущим экологическим фактором в районе исследований является режим увлажнения. Осадков выпадает в среднем 450 мм в год, а отношение осадков к испарению 0,95. Особенности режима увлажнения определяются также в значительной степени горными условиями района, ведущими к небольшой мощности почв и их значительной каменистости, что существенно снижает влагоаккумулирующую способность почвенного покрова. Исследование водного режима почв показало, что в сухих сосняках (брусничник) он довольно напряженный. Почти ежегодно чаще всего во второй половине вегетационного периода наблюдаются почвенные засухи продолжительностью до 2,5 месяцев, когда запасы влаги в корнеобитаемом слое почвы близки к недоступным (влажность завядания). Здесь влагообеспеченность лесной растительности определяется не столько запасами в почве весенней влаги (максимальное количество 50 мм), сколько количеством осадков в период вегетации и частотой их выпадения. В свежих сосняках (орляковый) обеспечен довольно устойчивый режим увлажнения, почвенные засухи редки, непродолжительны и приходятся, как правило, на вторую половину вегетационного периода, когда заканчивается наиболее интенсивный рост деревьев. Влагообеспеченность лесной растительности здесь определяется в значительной степени запасами доступной влаги в почве в период весеннего снеготаяния, достаточно большими (до 150 мм), чтобы обеспечить без пополнения за счет осадков влагоснабжение древостоев почти до конца периода наиболее активного роста. В соответствии с этим здесь не выражена

Показатели продуктивности и диапазон доступной влаги в разных типах сосняков

Показатель	Сосняк		
	брусничник сухой	ягодниковый периодически сухой	орляковый свежий
Опад хвои, т/га	0,95 (100) *	1,03 (108)	1,46 (154)
Запас стволовой древесины, м³/га	179 (100)	337 (188)	381 (213)
Средний прирост, м³/га . .	1,4 (100)	3,3 (236)	3,6 (257)
Опад травяной, т/га в год .	0,16 (100)	0,68 (425)	1,53 (956)
Диапазон доступной влаги, мм	50 (100)	110 (220)	140 (280)

* В скобках — показатель, %.

зависимость влагообеспеченности от частоты выпадения летних осадков, но наблюдается связь с их общим количеством за вегетационный период. Периодически сухие сосняки (ягодниковый) по влагообеспеченности занимают промежуточное положение между свежими и сухими.

Термический режим в разных типах сосняков также имеет свои особенности. Исследования показали, что в сухих сосняках почва в весенний период прогревается быстрее, чем в свежих. В летний период температуры корнеобитаемого слоя почвы и приземного слоя воздуха также несколько выше (на величину до 3 °С в отдельные периоды), и несколько раньше по сравнению со свежими начинается осеннее падение температуры почвы.

Приводимые в таблице некоторые показатели продуктивности исследованных сосняков свидетельствует о их хорошем соответствии с диапазоном активной влаги в корнеобитаемом слое почвы, т. е. с ее влагоаккумулирующей способностью. Так, запасы стволовой древесины и особенно средние приросты возрастают почти пропорционально запасам активной влаги, причем различия между типами леса по этим показателям достигают почти трехкратных. В то же время, масса ежегодно опадающей хвои в брусничном и ягодниковом сосняках практически одинакова при разнице в приростах и запасах в 2,2—2,4 раза. Если принять с достаточной для наших целей точностью, что масса ежегодно опадающей хвои равна количеству нарастающей и пропорциональна общему ее количеству, то можно сделать вывод о большей эффективности работы хвои в условиях лучшего увлажнения, на что указывают непосредственные физиологические исследования (Терешин, Ячменева, 1962). Можно также полагать, что из общего количества продуцируемого хвоей органического вещества в свежих типах леса по сравнению с сухими большая доля идет на прирост стволовой

древесины. Так, по данным В. А. Алексеева (1975), в худших условиях произрастания коэффициент использования ФАР на прирост стволовой древесины в три раза ниже, чем в оптимальных.

Еще значительнее различия между сухими и свежими сосняками по количеству продуцируемого органического вещества травяным покровом. Количество ежегодного травяного опада (см. таблицу) возрастает в сосняке орляковом по сравнению с сосняком брусничниковым почти в 10 раз.

В целом гидротермический режим в изучаемом районе в значительной степени определяет основные черты структурно-функциональной организации разных типов сосняков, их продуктивность и устойчивость, ритмику и особенности ростовых процессов.

В сухих сосняках вследствие большей жесткости абиотических условий видовой состав фитоценоза значительно беднее по сравнению со свежими. В последних в составе живого напочвенного покрова насчитывается свыше пятидесяти видов травянистых растений, кустарников и полукустарников при сложной многоярусной структуре. В сосняке ягодниковом число видов значительно сокращается, а в брусничниковом, в живом напочвенном покрове, насчитывается не больше 10 видов растений.

В свежих сосняках типа сосняка орлякового в составе древесного яруса нередко участвуют несколько видов деревьев, может наблюдаться и многоярусная структура древесного полога. В соответствии с увеличением числа составляющих фитоценоз видов здесь усложняются как морфологическая структура фитоценоза, так и функциональные связи. Нами показано (Миронов, 1978), что биологический круговорот в исследованных сосняках связан с условиями увлажнения и закономерно изменяется в зависимости от них. Емкость биологического круговорота и его скорость возрастают в свежих сосняках по сравнению с сухими в 1,5—2,5 раза. В свежих сосняках более благоприятные возможности для существования многокомпонентного динамически устойчивого сообщества с мобильными полифункциональными связями. В то же время это обстоятельство приводит к тому, что при более высокой общей устойчивости фитоценоза к неблагоприятным воздействиям, связи между отдельными компонентами становятся здесь более подвижными, и, например, функциональную роль одного вида может легко брать на себя другой. Сосняки здесь нередко сменяются березняками, также довольно значительным изменениям в многолетнем цикле подвержены фитомасса и соотношение обилия видов травяного покрова.

В целом соответствие абиотических условий биологическим свойствам сосны в свежих сосняках больше, чем в сухих, что должно способствовать большей ее устойчивости, если не при-

нимать во внимание условия фитоценотические. В сухих сосняках недостаточное соответствие абиотических условий и, главным образом, условий увлажнения биологическим потребностям сосны вызывает ряд приспособительных реакций, направленных на преодоление этого несоответствия. Так, в засушливые годы наблюдается образование укороченной хвои по сравнению с годами нормального увлажнения. Хвоя в сухих сосняках в среднем короче по сравнению со свежими, имеет более ксероморфный характер, и разногодичные колебания в длине вновь образующейся хвои более высокие. В годы с сильными почвенными засухами наблюдается усыхание и сбрасывание части хвои. Например, в вегетационный период 1975 г. в сухих сосняках вся хвоя старше двухлетнего возраста усохла и опала, в то время как в свежих, хотя и наблюдалось усиление опада, но значительная часть хвои старших возрастов сохранилась.

В сухих сосняках основная часть корневой системы сосны (55 %) сосредоточена в подстилке и верхнем десятисантиметровом слое почвы, что способствует лучшему перехвату и улавливанию влаги атмосферных осадков. В свежих типах сосняков распределение корней по почвенному профилю более равномерное. Имеются данные (Орлов, Кошельков, 1971), показывающие, что распределение корней сосны по почвенным горизонтам зависит главным образом от содержания в них азота. В исследованных сосняках строение корневой системы соответствует также распределению по почвенным горизонтам запасов минеральных и особенно органических питательных веществ, определенному Ю. Д. Абатуровым (1961), хотя, по его данным, они не лимитируют роста насаждений. Так, наблюдалось даже увеличение валового содержания азота в корнеобитаемом слое почвы в течение вегетационного периода, несмотря на его поглощение растительностью. Поверхностный характер корневой системы сосны в сухих типах леса сочетается с наличием якорных корней, проникающих по трещинам и более рыхлым участкам коренных подстилающих горных пород за пределы основного корнеобитаемого слоя почвы на глубину до 1,2 м. Такие трещины и пространства между крупными камнями и глыбами горных пород заполнены дресвой и мелкоземом и, как правило, этот мелкозем бывает более влажным, чем собственно почвенные горизонты. Поскольку якорные корни также имеют сосущие окончания, то такое ярусное строение корневой системы сосны в сухих типах леса способствует стабилизации водного режима во время почвенных засух.

Наблюдения за сезонным ростом сосны по диаметру в разных типах леса показали наличие особенностей, связанных в основном со спецификой режима увлажнения, складывающегося в каждом типе. В среднем прирост по диаметру в сухих сосняках меньше по сравнению со свежими и, что гораздо важнее, наблюдается сдвиг периода наиболее интенсивного роста

на более ранние сроки, что способствует лучшему использованию запасов в почве весенней влаги. Разница в сроках начала роста по диаметру, связанная также с термическим режимом, и наступления пика прироста между сухими и свежими сосняками достигает 10—12 дней и прослеживается во все годы наблюдений, среди которых были и годы с повышенным (против среднего многолетнего) количеством осадков (1972, 1976 гг.) и резко засушливые (1975 г.). Следует отметить, что в сухих сосняках в зависимости от погодных условий и главным образом от частоты выпадения и количества летних осадков может наблюдаться два максимума прироста по диаметру, в то время как в свежих ход прироста более выравнен и кривая его во все годы наблюдений была одновершинной.

В целом погодичное сопоставление динамики запасов доступной влаги в корнеобитаемом слое почвы и хода нарастания годичного кольца показывает их хорошее соответствие во всех исследованных сосняках. Однако в сухих сосняках почвенные засухи сказываются на снижении прироста и в последующие годы, что связано с утратой во время засух значительной части хвои и с отмиранием части корневых систем, особенно сосущих окончаний корней. Для регенерации утраченных частей ассимиляционного аппарата и корневых систем и нормализации физиологических процессов, нарушенных засухой, требуется значительное время, часто большее, чем один вегетационный период. В свежих сосняках почвенные засухи в связи с большей общей влагоемкостью почвенного покрова бывают, как правило, во второй половине вегетационного периода, когда заканчивается наиболее интенсивный рост по диаметру. Вследствие этого снижение прироста чаще всего не бывает значительным, и только если возникший в почве дефицит влаги не восполняется к началу следующего вегетационного периода и количество летних атмосферных осадков снижается против среднего многолетнего, могут наблюдаться почвенные засухи в первой половине вегетационного периода и значительное падение прироста.

Сопоставление данных по годовому количеству осадков и приросту сосны по диаметру за период 1928—1974 гг. не выявило их прямого погодичного соответствия. Синхронность таких показателей, как осадки и прирост в сухих сосняках, не превышает 58 %, а в свежих— 50 %. Отсутствие четкой погодичной связи между этими показателями можно частично объяснить отмеченным выше последействием почвенных засух. Об этом говорит тот факт, что в годы с низким количеством атмосферных осадков прирост сосны по диаметру почти всегда падает, но повышенному количеству осадков далеко не всегда соответствует увеличение прироста, особенно в сухих сосняках.

В то же время при отсутствии четкой погодичной связи между приростами и атмосферными осадками выявлена связь

циклического характера. Сопоставление многолетнего хода атмосферных осадков, сглаженного по методу скользящей средней, и динамики осредненного по 20 модельным деревьям прироста сосны по диаметру позволило заключить, что на циклы с повышенным количеством осадков приходятся и периоды с более высоким приростом, причем эта связь особенно четко видна, если рассматривать короткопериодическую (5—11 лет) цикличность. Эта взаимосвязь характерна для всех исследованных типов сосняков и слабо зависит от типа лесорастительных условий. Следует отметить, что разногодичные колебания в средней ширине годичного кольца в сосняке брусничном относительно больше, чем в сосняке орляковом, где рост по диаметру более выравнен.

Немаловажно также, что сильные засухи, например в 1975 г., в сухих сосняках приводят к отмиранию части наиболее ослабленных деревьев (IV класса роста преимущественно), в то время как в свежих типах леса усыхания деревьев не отмечено. Меньшая устойчивость у сосны в сухих типах леса наблюдается и к промышленным эмиссиям. Так, воздействие сернистого газа Карабашского медеплавильного комбината при одинаковой интенсивности его вызывает более сильное повреждение и усыхание деревьев в сухих сосняках по сравнению со свежими.

Большое влияние на продуктивность и устойчивость сосны в разных типах леса оказывает фитоценотическая обстановка, складывающаяся в каждом из них, и в первую очередь конкурентные взаимоотношения. Ранее уже говорилось о том, что в свежих сосняках береза находится ближе к фитоценотическому оптимуму по сравнению с сосной и нередко сменяет последнюю. Наиболее неблагоприятен для сосны здесь этап возобновления. Под пологом сомкнутых спелых сосняков в свежих типах лесорастительных условий возобновление сосны идет плохо, появляющиеся всходы часто гибнут в первые месяцы жизни в основном вследствие перехвата влаги и питательных веществ хорошо развитым травяным покровом. Береза возобновляется лучше, хотя тоже неудовлетворительно. Однако после рубки или распада соснового древостоя возобновление здесь идет преимущественно за счет березы и, как правило, происходит смена пород (Фильрозе, 1961). В сухих и периодически сухих сосняках в результате ослабления конкурентных взаимоотношений с травянистой растительностью обеспечено более или менее удовлетворительное предварительное возобновление сосны, и смены пород обычно не происходит. Здесь, особенно в сухих сосняках, древесная растительность имеет, кроме того, определенное преимущество перед травянистой при почвенных засухах. Почвенный покров в этих условиях не представляет собой сплошного непрерывного слоя, он разобщен выходами на дневную поверхность гряд, глыб и плит горных пород, мощность его существенно колеблется. Вследствие этого при засухах

наблюдается значительная пестрота в увлажнении. Корневая система травянистого растения занимает один однородный по увлажнению участок, а корни одного дерева имеют значительно бóльшую площадь распространения и занимают целый комплекс разноувлажненных участков. В связи с этим при иссушении локальных участков до влажности завядания травянистая растительность на них начинает усыхать, в то время как древесные растения страдают в меньшей степени, поддерживая свое существование за счет десукции влаги из более увлажненных участков. Снижение вновь образующейся фитомассы при засухах у травянистой растительности в несколько раз больше по сравнению со снижением прироста стволовой древесины. Это означает, что во время засух относительная доля древесных растений в общем расходе влаги на транспирацию возрастает по сравнению с годами нормального увлажнения, что способствует бóльшей стабильности их роста.

В сухих сосняках из-за слабого развития живого напочвенного покрова относительная доля в общем расходе влаги растительностью у древесных растений больше по сравнению со свежими, что также служит одним из факторов, стабилизирующих рост сосны и способствующих ее устойчивости в этих условиях. Если принять во внимание несколько большее поступление атмосферных осадков в сухих типах леса (на 40—50 мм), зависящее от рельефа, более благоприятные условия для внутрипочвенной конденсации влаги и снижение физического испарения с поверхности почвы за счет мощной подстилки, то становится более понятным относительно благополучное перенесение здесь сосной засушливых периодов, несмотря на незначительную влагоемкость почвенного покрова.

Тем не менее действие всех стабилизирующих факторов и приспособительных реакций не перекрывает влияния основного лимитирующего рост насаждений фактора — недостаточной влагообеспеченности. При длительных засухах, особенно если они повторяются на следующий год и сопровождаются другими неблагоприятными воздействиями (повреждения энтомовредителями, промышленными эмиссиями, патогенными грибами и пр.), может наблюдаться распад насаждений, сопровождающийся часто развитием почвенной эрозии и переходом лесных биогеоценозов в остепненные кустарниково-травянистые формации. В этом смысле устойчивость сухих сосняков гораздо ниже, чем свежих, и они требуют особо бережного и осторожного отношения при проведении тех или иных хозяйственных мероприятий. К этому следует добавить, что в сухих сосняках гораздо чаще, чем в свежих, возникают лесные пожары (до восьми сильных низовых пожаров на протяжении 120 лет), приводящие к ослаблению древостоев.

Таким образом, в сухих типах леса позиции сосны как вида-доминанта более устойчивы по сравнению со свежими. Боль-

шая жесткость абиотических условий в сухих сосняках приводит к снижению продуктивности насаждений, а при одинаковой степени воздействия неблагоприятных факторов (засухи, промышленные эмиссии, нападение энтомовредителей и т. п.) наблюдается более сильное по сравнению со свежими типами леса угнетение сосновых древостоев, вплоть до отмирания наиболее ослабленных деревьев, хотя и не приводящее к смене сосны другими древесными породами.

Исследования показали (Миронов, 1968), что в изучаемом районе сосняки более продуктивны, а в сухих лесорастительных условиях и более устойчивы, чем березняки. Регулируя состав насаждений в зависимости от типа лесорастительных условий, зная основной лимитирующий рост фактор, механизм и особенности его действия, можно повышать и продуктивность, и устойчивость насаждений. При этом не следует забывать, что основная функция горных лесов в условиях, аналогичных району исследований, не эксплуатационная, а водоохранно-водорегулирующая и почвозащитная. Наши работы (Миронов, 1963) показали, что в районе исследований существенной разницы в степени выполнения водоохранно-защитных функций между насаждениями разного состава нет. Это еще раз свидетельствует о том, что на первое место при решении вопроса о направлении хозяйственной деятельности должна быть поставлена задача создания как можно более устойчивых насаждений, способных при минимуме поддерживающих мероприятий как можно более длительно выполнять свои основные защитные функции.

ЛИТЕРАТУРА

Абатуров Ю. Д. О зависимости между бонитетом сосняков и содержанием в почве питательных веществ и влаги в лесах Ильменского заповедника.— Труды Ин-та биологии УФАН СССР, 1961, вып. 25, с. 59—65.

Алексеев В. А. Световой режим леса. Л.: Наука, 1975. 275 с.

Колесников Б. П. Лесорастительные условия и лесохозяйственное районирование Челябинской области.— Труды Ин-та биологии УФАН СССР, 1961, вып. 26, с. 3—44.

Миронов Б. А. Гидрологические особенности лесов Ильменского заповедника.— Труды Ин-та биологии УФАН СССР, 1961, вып. 25, с. 33—45.

Миронов Б. А. Водоохранно-защитное значение горных лесов Ильменского заповедника.— Труды Ин-та биологии УФАН СССР, 1963, вып. 36, с. 93—102.

Миронов Б. А. Влияние условий увлажнения на рост сосны в лесах восточных предгорий Южного Урала.— Труды Ин-та экологии растений и животных УФАН СССР, 1968, вып. 62, с. 190—195.

Миронов Б. А. Поступление и разложение опада в сосняках и березняках в зависимости от гидротермического режима почв.— Труды Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР, 1978, вып. 108, с. 3—14.

Миронов Б. А. Особенности сезонного и годичного роста сосняков Ильменского заповедника.— В кн.: Дендроклиматические исследования в СССР: Тезисы докладов. Архангельск, 1978а. 97 с.

Морозов Г. Ф. Избранные труды. М.: Лесная промышленность, 1970, т. 1. 557 с.

Орлов А. Я., Кошельков С. П. Почвенная экология сосны. М.: Наука, 1971. 231 с.

Терешин Ю. А., Ячменева З. Г. К вопросу о роли разновозрастной хвои в формировании прироста сосны в различных экологических условиях Ильменского заповедника.— В кн.: Доклады первой научной конференции молодых специалистов-биологов. Свердловск, 1962, с. 24—31.

Фильрозе Е. М. Закономерности естественного лесовозобновления в лесах Ильменско-Вишневогорского лесорастительного района.— Вопросы развития лесного хозяйства на Урале. II. Челябинская область: Труды Ин-та биологии УФАН СССР, 1961, вып. 25, с. 83—96.

Шенников А. П. Природные факторы распределения растений в экспериментальном освещении.— Ж. общ. биологии, 1942, т. 3, № 5—6.

Ellenberg H. Physiologisches und ökologisches Verhalten derselben Pflanzenarten.— Ber. Dtsch. Bot., 1953, Bd 65.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР — УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НА УРАЛЕ · 1981

Е. М. ФИЛЬРОЗЕ, Г. М. ГЛАДУШКО

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ В ЗАПАДНЫХ НИЗКОГОРЬЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

Для решения проблем воспроизводства лесных ресурсов необходимо представлять экологические особенности лесов разных регионов, закономерности их динамики, природной и антропогенной.

Экологическая характеристика лесных сообществ определяется известными эколого-биологическими свойствами слагающих их растений. Именно экологические особенности растений и сообществ лежат в основе методов разносторонней ботанической индикации земель (Викторов, 1966; Викторов и др., 1959, 1962; Глазовская, 1964; Лукичева, 1963; Перельман, 1966; Сабуров, 1972; Теоретические вопросы..., 1971, и др.). В связи с этим фитоиндикацию было бы уместно называть экологической индикацией земель.

Индикационные свойства растительности широко используются в работах по районированию лесов. Изменения в составе лесообразователей, в ходе смен растительности, в уровне продуктивности лесов, сопутствующие изменениям климата, литологии и геоморфологии территорий, служат для вычленения физико-географических, геоботанических, лесорастительных, лесохозяйственных и других регионов разных порядков. Собственно, все виды природного и природно-хозяйственного районирования, при которых учитываются особенности растительного покрова, можно рассматривать как специфический вариант экологической индикации земель.

То же относится и к лесной типологии; принадлежность лесных участков к тому или иному типу леса (а также типу вырубки или гари) устанавливается, как правило, с использованием растений — индикаторов условий среды (Александрова, 1968). Составлены многочисленные региональные характеристики типов леса с указанием определяющих растений; они предлагаются для ординации и типизации экологических условий исследователями разных научных школ и применяются не только в научных, но и прикладных целях.

Все это создает надежную основу для использования данных о региональной и типологической структуре разных территорий для анализа и сравнительной оценки их экологических условий.

Учитывая быстрые темпы трансформации природных экосистем биосферы, в том числе и лесных земель, очень важно представить общие тенденции их динамики, направление и темпы изменения структуры лесных сообществ и их комплексов. Без таких сведений нельзя обоснованно прогнозировать динамику экосистем, определить пути и способы рационализации природопользования. Детальное изучение экосистем на стационарах требует трудоемких и длительных работ; тем не менее результаты стационарных исследований не всегда можно распространить на значительные территории и положить в основу долговременных прогнозов. Более обширную и вместе с тем более динамичную информацию дают результаты регулярной производственной инвентаризации земель, в том числе лесных; ими и следует воспользоваться.

Огромные объекты работ по устройству лесного фонда страны позволяют фиксировать региональную и типологическую структуру лесов. Статистическая обработка этих материалов позволяет получить сравнительные количественные оценки экологических условий разных регионов, охарактеризовать основные тенденции динамики лесов (Колесников, Фильрозе, 1967; Смолоногов и др., 1973). Понятно, что особенно полную и наилучшим образом отвечающую задачам прогнозирования информацию дадут такие классификации, в которых стадии и этапы динамики лесов фиксируются в системе основных ее единиц, т. е. классификации генетические или динамические (Колесников, 1956, и др.).

В общем виде характеристика природных условий приводится во всех работах по типологии и районированию лесов. Однако публикаций, где были бы количественно представлены результаты учета типологической и региональной структуры лесных земель, немного. Для Урала и смежных с ним территорий таких данных в последние годы становится все больше (Зубарева, 1967, 1972; Исаева, Луганский, 1975; Кирсанов и др., 1979; Маковский, Синельщикова, 1970; Маслаков, 1972; Рябчинский и др., 1976; Смолоногов и др., 1972; Фильрозе, 1962, 1967а, б, 1971). Однако они чаще всего недостаточны для глубокого экологического анализа. Это можно объяснить теми трудностями, которые возникают при его выполнении по данным производственной инвентаризации лесного фонда. Дело в том, что принятые в лесоустройстве современные программы машинной обработки данных рассчитаны на использование лишь упрощенных схем районирования и типологии лесов. В связи с этим приходится необходимые для экологического анализа сводки получать путем трудоемких специальных выборок, нередко вручную. Целесообразно активнее использовать вычислительную технику для получения

экологической оценки лесного фонда. Для этого необходимо усовершенствовать имеющиеся программы сбора и обработки данных. Определенные трудности в проведении экологического анализа вызваны и тем, что для него нет единых методик.

Чтобы представить, каковы возможности такого анализа, целесообразно рассмотреть массивы, достаточно сложные и разнообразные по составу древесных пород и экологическим условиям. Для этой цели мы воспользовались данными учета лесного фонда Ашинского лесхоза, где специальные работы проводились нами по договору о творческом содружестве с Закавказским лесоустроительным предприятием Всесоюзного объединения «Леспроект».

Территория лесхоза неоднородна. Чтобы упростить анализ, мы ограничимся данными одного из лесничеств (Миньярского). Его территория располагается в северной части западных низкогорий и увалов Южного Урала. По схеме геоботанического районирования Челябинской области (Колесников, 1961) она относится к подзоне хвойно-широколиственных и южнотаежных хвойных лесов, располагается на ее западной окраине в непосредственной близости от границы с подзоной широколиственных лесов. Б. П. Колесников отмечал, что подзону хвойно-широколиственных и южнотаежных лесов «следовало бы разделить на две самостоятельные подзоны: преимущественно предгорных смешанных (хвойно-широколиственных) лесов и в основном горных южнотаежных хвойных лесов... Для первой характерно п о с т о я н н о е (разрядка наша — *Е. Ф.* и *Г. Г.*) присутствие (вплоть до преобладания) во всех ярусах лесных насаждений широколиственных пород (липа, клен остролистный, вяз, местами дуб) и сопутствующих им неморальных кустарников и трав... В составе растительного покрова второй подзоны таких видов много меньше и они выступают всегда лишь в роли примеси..., совершенно недостаточная изученность растительного покрова обеих подзон, сильная измененность его естественного состояния рубками и пожарами, большая сложность пространственных взаимосвязей между зональными группировками... не позволяют пока выделить и охарактеризовать эти подзоны раздельно» (1961, с. 114).

В более поздней и детальной схеме распространения горных широколиственных лесов на Ю. Урале, составленной П. Л. Горчаковским (1972), эта территория отнесена к району смешанных широколиственно-хвойных с вкраплением широколиственных лесов миньярско-зильмердакской части увалистой полосы западного склона. П. Л. Горчаковский пишет следующее: «Коренная растительность района представлена главным образом широколиственно-темнохвойными лесами, на светло-серых лесных почвах — елово-пихтовыми... с примесью липы обыкновенной, дуба обыкновенного, клена остролистного и ильма. На низких уровнях гор... встречаются небольшие участки широколист-

венных лесов — липовых, занимающих более тенистые места на серых лесных почвах, и дубовых, связанных с более освещенными и лучше прогреваемыми склонами на темно-серых почвах» (1972, с. 11). Отмечены П. Л. Горчаковским и смены первичных широколиственно-темнохвойных лесов вторичными березовыми и березо-осиновыми с примесью широколиственных пород и единичными экземплярами ели и пихты.

Для такой сложной территории, где сочетаются неморальные и бореальные комплексы насаждений, особенно интересно было бы получить количественные оценки, дополнить ими и уточнить те общие впечатления, которые сложились в результате маршрутных исследований.

Основу экологического анализа данного объекта дает нам схема типов леса, составленная специально для условий Ашинского лесхоза. Эта схема была использована в 1965—1966 гг. при устройстве лесов лесхоза [1] Закавказским лесоустроительным предприятием Всесоюзного объединения «Леспроект».

Очень коротко остановимся на некоторых основных особенностях типологической схемы. В ней, как и в других аналогичных (Фильрозе, 1958, 1967б, и др.), предусмотрено расчленение лесного фонда на типы лесорастительных условий и типы насаждений на нескольких иерархических уровнях. В схеме выделено пять групп типов лесорастительных условий. I, II и III группы составили класс дренированных участков, IV и V — переувлажненных, заболоченных. В каждой группе различаются три-четыре типа лесорастительных условий.

В I группу типов объединены участки с крайне неустойчивым водным режимом почвогрунтов, обычно сильно инсолируемые, с маломощными (до 20—30 см), как правило, фрагментарными почвами, подстилаемыми скальными и крупнощебнистыми грунтами. Они приурочены к покатым (10—20°) и крутым (круче 20°) склонам южных экспозиций, а также к скальным обнажениям.

Во II группу объединены умеренно и слабо инсолируемые участки с относительно неустойчивым водным режимом почвогрунтов, с почвами обычно более развитыми; их мощность может достигать 30—40 см. Они чаще всего расположены на крутых и покатых склонах северных экспозиций, а также восточных и западных; к этой группе отнесены и выравненные каменистые участки нагорных террас.

III группа типов лесорастительных условий объединяет участки, умеренно инсолируемые с устойчивым и достаточным увлажнением почвогрунтов. Они отличаются развитыми дренированными почвами полного профиля и располагаются, как правило, на пологих склонах разных экспозиций, плато, нагорных террасах, а также на надпойменных террасах речных долин.

[1] Схемы генетической классификации используются постоянно при устройстве лесов на всей территории Челябинской области, начиная с 1958 г.

В IV группу типов объединены участки горных склонов, плато и речных долин, испытывающие периодическое переувлажнение почвогрунтов, в V — аналогичные участки, отличающиеся продолжительным, устойчивым переувлажнением.

В нашей схеме было предусмотрено также выделение вариантов типов и групп типов лесорастительных условий, отличающихся по высотному расположению участков, а также по специфике химизма подстилающих горных пород. К сожалению, эти элементы схемы не были реализованы в процессе таксации лесов, чем объясняется вынужденная неполнота в последующем экологическом анализе данных.

В генетической классификации в пределах каждого типа и группы типов лесорастительных условий принято выделять типы насаждений, которыми фиксируются разные стадии развития лесных биогеоценозов. Типы насаждений, принадлежащие к общему ряду в закономерной последовательности возрастных и восстановительных смен, объединяются, по Б. П. Колесникову (1956), в основную единицу генетической классификации — тип леса. Это позволяет проследить за изменением коренных типов растительности, их трансформацией в производные.

Все леса Ашинского лесхоза были расчленены согласно схеме на два крупных подзональных комплекса, неморальных и бореальных, отличающихся важнейшими особенностями генезиса. К первым были отнесены все насаждения, в которых имелась в составе древостоев или сохранилась хотя бы в подросте и подлеске примесь видов древесных растений — обязательных спутников неморального комплекса: дуба, клена, ильмовых, лещины. Все такие насаждения была отмечены в схеме типов и в таксационных описаниях дополнительным индексом.

К насаждениям бореального комплекса отнесены в схеме участки, где перечисленные виды древесных отсутствуют. В перечне видов древесных — маркеров неморального комплекса — мы намеренно не упомянули липу, она может широко встречаться также и в древостоях бореальных. Поэтому к неморальным были отнесены лишь те липняки, которые имели примесь таких видов древесных растений, которые являются обязательным спутниками неморального комплекса. Если же в липняках отсутствовали дуб, клен, ильм или лещина, то мы относили их к липнякам бореального комплекса.

Не были использованы в качестве маркера и травы — типичные спутники широколиственных лесов: они достаточно широко распространены и в таежных лесах.

Остановимся на некоторых характерных чертах динамики лесов бореального и неморального комплекса. Коренными в таежных, в том числе и в южнотаежных лесах западных низкогорий Ю. Урала являются преимущественно темнохвойные древостои. Исключение составляют лишь некоторые типы IV и V групп лесорастительных условий, где коренными могут быть

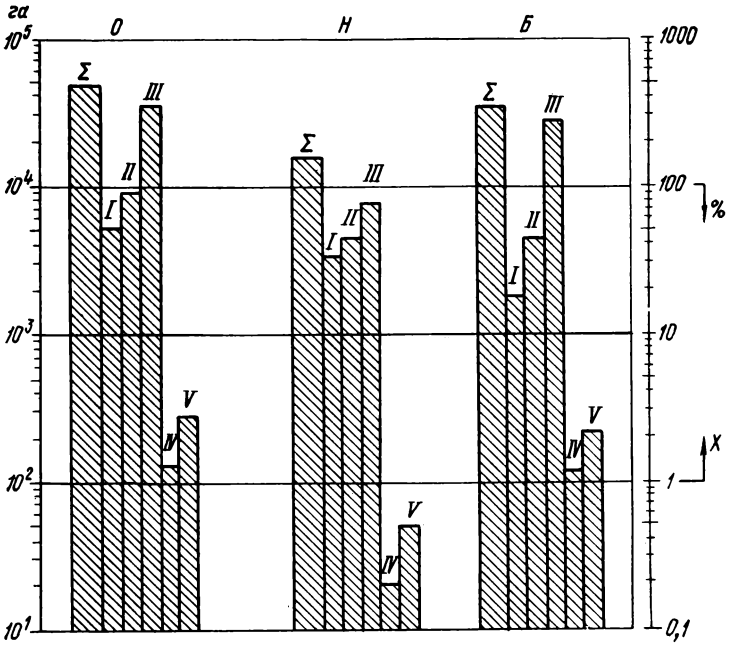


Рис. 1. Распределение покрытой лесом площади (га) Миньярского лесничества Ашинского лесхоза (О — общая площадь лесничества) по зональным комплексам древостоев (Н — неморальный, Б — бореальный) и группам (I, II, III, IV, V) типов лесорастительных условий.

Σ — сумма площадей. В правой части рисунка шкала сравнения и процентов.

также древостои с преобладанием березы пушистой, ольхи серой, ольхи черной и черемухи. После рубок, пожаров и других подобных воздействий позиции ели и пихты, устойчивые в коренных насаждениях тайги, обычно ослабляются, часто происходит смена породы в древостоях, формируются производные типы насаждений.

В насаждениях неморального комплекса в западных низкогорьях Ю. Урала коренными, судя по облику наиболее труднодоступных участков леса, почти во всех типах лесорастительных условий были широколиственно-темнохвойные древостои, в которых преобладали темнохвойные. Ель и пихта, как более ценные породы, здесь вырубались в первую очередь. По мере увеличения антропогенной деградации коренных насаждений роль темнохвойных в насаждениях неморального комплекса также последовательно снижалась.

Настоящие коренные насаждения в условиях западных низкогорий Ю. Урала не сохранились. В типологических схемах были выделены и специально обозначены разные стадии дигрес-

сии и демутации коренных насаждений бореального и неморального комплекса. Прежде всего различались два крупных уровня [2] их трансформации. На первом уровне позиции коренной породы типа относительно сохранены, в древостоях (I, II и III групп лесорастительных условий) преобладают [3] ель или пихта. В древостоях второго уровня произошла смена коренных пород.

В соответствии со схемой классификации каждый таксационный выдел в лесных массивах Ашинского (как и других) лесхозов в процессе таксации получил типологическую оценку. Для систематизации этих данных мы использовали в дальнейшем таксационные описания и табулограммы, составленные с помощью ЭВМ «Минск-22» по специальным опытным программам, разработанным с нашим участием.

Чтобы из множества показателей, содержащихся в лесоустроительных материалах, выделить наиболее с позиций экологии существенные, важно представить их в максимально генерализованном виде. Следует позаботиться о том, чтобы уровень количественных оценок соответствовал уровню пространственных и временных флюктуаций в структуре лесного фонда, а также возможных погрешностей в исходном материале. Поэтому не так важно фиксировать различия в гектарах площади, занятой теми или другими типами и группами типов леса, сколько установить порядок величин, степень существенности, которыми они отличаются в своем распространении и относительной концентрации. Для этой цели удобно воспользоваться логарифмами сравниваемых величин, а при графическом их изображении — логарифмическими шкалами. Они позволяют наиболее наглядно и с одинаковой относительной погрешностью показать величины самого широкого диапазона. Пользуясь дополнительно к ним шкалами процентов и сравнения (Миллс, 1958), можно на основании минимума исходных данных быстро и просто получить сравнительные характеристики любых элементов массива. На технике графического анализа остановимся ниже.

Общая площадь, покрытая лесом, составляла в Миньярском лесничестве, по данным устройства 1965—1966 гг., 49,7 тыс. га; из них к древостоям неморального комплекса отнесено 15,5, таежного — 34,2 тыс. га или в 2,2 раза больше, чем неморального.

Последнюю цифру, коэффициент сравнения площадей, нетрудно получить и графически, не выполняя расчетов. Для этого нужно воспользоваться специальной шкалой. Она изображена в правой стороне рис. 1 дополнительно к основной шкале, пока-

---

[2] Более дробные подразделения классификации опускаем.

[3] «Преобладание» устанавливается в соответствии с современными нормами, принятыми в лесоустройстве.

зывающей площади земель. И та и другая являются логарифмическими и имеют одинаковый базис.

Чтобы узнать, во сколько раз одна величина превышает другую, достаточно измерить на рисунке шкалой сравнения (X) отрезок, соответствующий разнице между величинами. При этом за начало отсчета принимается деление шкалы, обозначенное цифрой 1; отсчет ведется от единицы вверх (направление отсчета указано на рисунке стрелкой). Шкалу сравнения и процентов надо отрезать от рисунка или сделать ее копию на отдельной полоске плотной бумаги.

Аналогична техника определения процентных соотношений. Только в этом случае следует совместить уровень признака, принимаемого за 100 %, с делением вспомогательной шкалы, обозначенным цифрой 100. Уровень, соответствующий меньшему по величине признаку, отметит на шкале его процентную долю. Точность графических определений может быть повышена путем увеличения масштаба рисунков и соответствующих шкал. Но сути наших задач отвечают как раз приближенные оценки, большая точность в этом случае является излишней.

Если сравнить первые наши цифры с ранее приведенными выдержками из публикаций, увидим, что визуальные оценки были не слишком точны: насаждения с участием древесных — типичных индикаторов неморального комплекса — явно не преобладают на данной территории. Можно предположить, что расхождения в оценках вызваны тем, что часть липняков мы отнесли к древостоям бореального комплекса. Поэтому попробуем прибавить к площади типичных неморальных древостоев также и площади бореальных липняков. В таком случае площадь древостоев неморального комплекса увеличится до 20 тыс. га и соответственно уменьшится площадь бореального до 29,7 тыс. га. Значит и этот вариант расчета показывает, что типичные таежные древостои на данной территории преобладают.

Так, количественные критерии помогают уточнить зональную принадлежность лесных массивов. Первый вариант районирования, составленный Б. П. Колесниковым, достаточно хорошо отражает специфические особенности региона: сложное сочетание комплекса бореальных и неморальных насаждений. Преобладание бореальных на западной, т. е. относительно более теплой его окраине, не дает основания даже эту часть региона относить к подзоне широколиственно-хвойных лесов.

Показательны с позиций экологии различия в структуре распределения площадей неморального и таежного комплексов по группам типов лесорастительных условий. Наиболее широко распространены и в том, и в другом участки III группы типов: насаждения на пологих склонах с дренированными хорошо развитыми почвами занимают более 70 % всей площади лесничества. Соответственно в неморальном комплексе под участка-

ми III группы типов лесорастительных условий занято 50 % всех его площадей, в бореальном — 80 %. Это означает, что типичные таежные древостои относительно чаще приурочены к выравненным участкам, неморальные — к более крутым и каменистым склонам. Действительно, под участками I группы типов занято в неморальном комплексе 22 % площадей, II группы типов — 29, в таежном комплексе соответственно 5 и 13 %.

Совсем невелики площади лесов на переувлажненных участках: IV группа типов занимает 0,13 и V — 0,32 % площади всех древостоев неморального комплекса и соответственно 0,3 и 0,6 % таежного. Особенно мало сохранилось лесов в IV группе типов лесорастительных условий. Именно здесь, в речных долинах и на влажных склонах, где травы дают высокие урожаи, земли в первую очередь расчищались от лесной растительности и были заняты под луга, пастбища и отчасти огороды.

Приведенные цифры отчетливо показывают определенную экологическую приуроченность неморальных древостоев; тем самым выявляются и особенности мезоклимата в разных элементах рельефа. Более теплыми, в сравнении с III группой типов, являются, очевидно, не только участки I группы (южные склоны, преимущественно крутые и покатые), но и II (аналогичные склоны теневых экспозиций). Это результат инверсий температуры, типичных для горных ландшафтов. Цифры дают представление о масштабах проявления инверсий, их влияния на распределение растительности.

Наиболее ярко можно выразить особенности экологической приуроченности древостоев разных зональных (подзональных) комплексов, если сравнить относительную концентрацию их по типам лесорастительных условий. Приняв за единицу уровень концентрации площадей бореального комплекса (для этого концентрацию площадей неморального комплекса отнесем к аналогичной концентрации бореального), получим относительные показатели, которые удобно назвать коэффициентами экологического преимущества (П). Для неморального комплекса (в сравнении с бореальными) значения П будут: в I группе типов 4,4; во II — 2,2; в III — 0,6; в IV — 0,4 и в V — 0,5. Ими количественно выражено преимущество в экологических позициях неморальных древостоев в I и II группах типов и бореальных — в III, IV и V группах.

Обратимся к анализу спектра преобладающих пород (рис. 2 и 3). Наибольшие площади заняты в лесничестве насаждениями с преобладанием лиственных: около 80 % площади неморального и 70 % бореального комплексов. Из хвойных преобладают елово-пихтовые (в неморальном комплексе — широколиственно-елово-пихтовые) древостои. Сосняков среди насаждений неморального комплекса нет; в бореальном комплексе сосняками занято в 6 раз меньше площади, чем темнохвойными.

В неморальном комплексе (см. рис. 2) бóльшая часть терри-

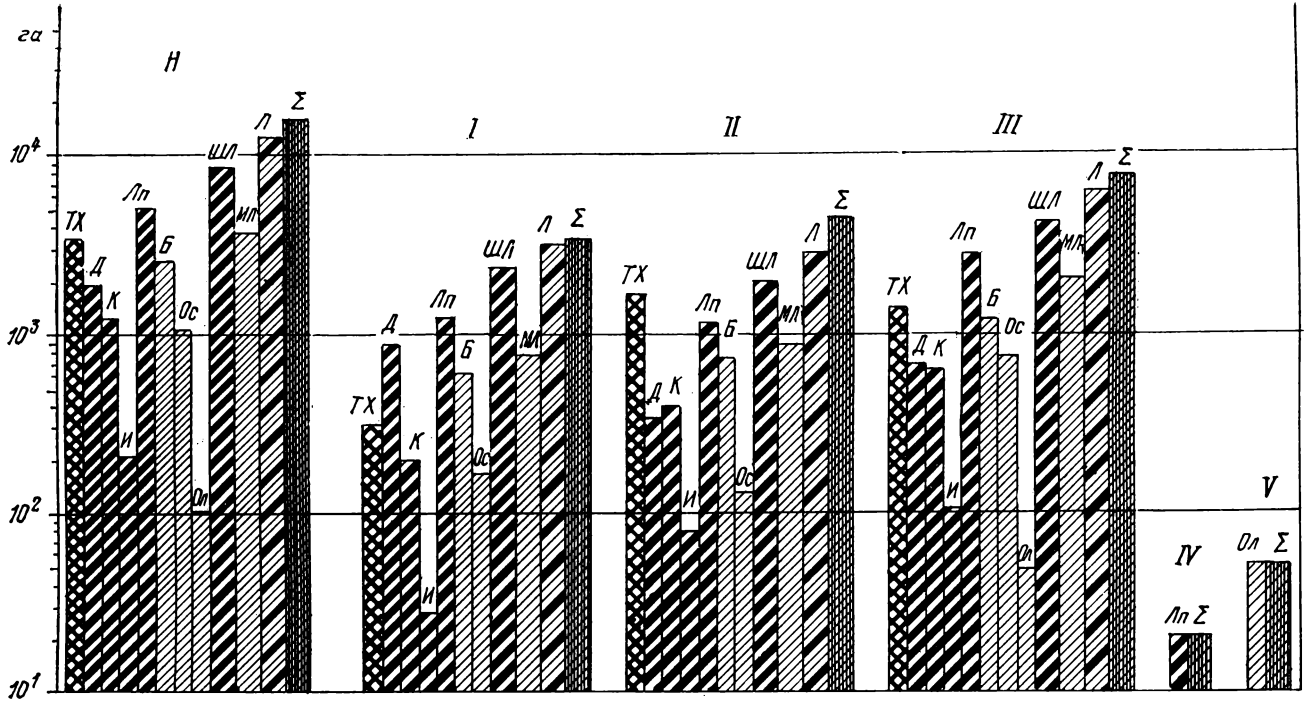


Рис. 2. Распределение площади (га) древостоев неморального комплекса (Н) по группам типов лесорастительных условий (I—V) и преобладающим породам. Преобладают темнохвойные — ТХ, лиственные — Л, широколиственные — ШЛ (дуб — Д, клен — К, ильмовые — И, липа — Лп), мелколиственные —МЛ (береза — Б, осина — Ос, ольха — Ол).
Σ — сумма площадей.

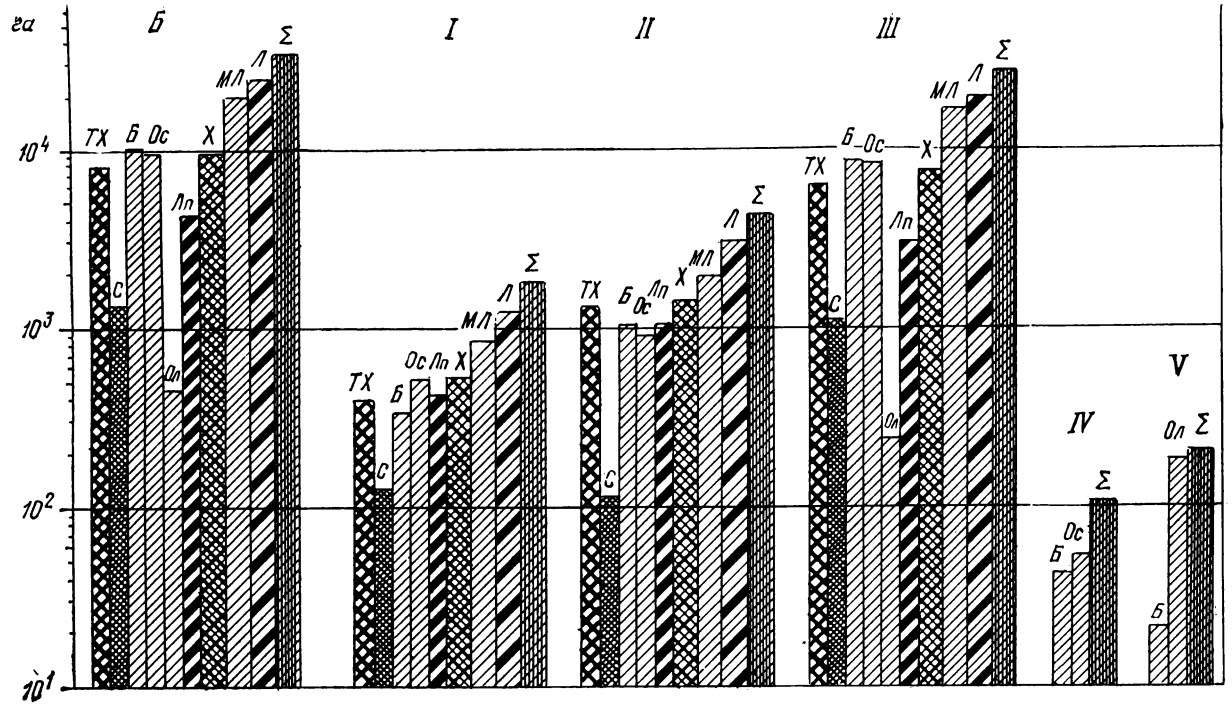


Рис. 3. Распределение площади (га) древостоев бореального комплекса (Б) по группам типов лесорастительных условий и преобладающим породам.

Хвойные — Х, сосна — С. Остальные условные обозначения, как на рис. 2.

тории занята древостоями с преобладанием широколиственных (дуба, клена, ильмовых [4], липы). Их общая площадь в 2,3 раза здесь больше, чем площадь под насаждениями с преобладанием мелколиственных (березы, осины, ольхи).

С позиций экологического анализа важно проследить за особенностями распределения преобладающих пород по группам типов лесорастительных условий. В древостоях неморального комплекса особенно высокая концентрация площадей с преобладанием широколиственных наблюдается в I группе типов лесорастительных условий — 67 % всех площадей этой группы; во II группе их 41, а в III — 53 %. Незначительные площади липняков встречены в IV группе типов, отсутствуют древостои с преобладанием широколиственных в V группе.

Если принять концентрацию площадей III группы типов с преобладанием широколиственных за единицу, то коэффициент их преимущества составит для I группы типов (в сравнении с III) 1,3 и для II — 0,8. Эти соотношения определены, по-видимому, различиями в степени сохранности темнохвойных древостоев, их больше уцелело во II группе типов — 38 %, в I древостои с преобладанием темнохвойных составляют 9 и в III — 19 %. Для темнохвойных коэффициенты преимущества будут в I группе (по отношению к III) — 0,47 и во II — 2,0. Иначе говоря, относительная концентрация темнохвойных древостоев вдвое выше во II группе.

Казалось бы, природные условия III группы типов, где почвы мощнее, богаче и стабильнее по водному режиму, наиболее подходят для темнохвойных. Инверсию распределения площадей можно объяснить в этом случае лишь одной причиной — более давней и интенсивной эксплуатацией лесов в условиях III группы типов, более доступных и более продуктивных. Это подтверждают и данные распределения древостоев с преобладанием мелколиственных пород, больше всего их именно в III группе типов. Особенно показательны в этом отношении неморальные осинники, их меньше всего во II группе типов (3 %) и в I (5 %), в III они занимают 10 % площадей группы.

Итак, мы выяснили, что на участках II группы типов, приуроченных к каменистым покатым и крутым затененным склонам или к высоким каменистым плато, природные условия существования темнохвойных хуже, чем в III группе типов. Однако здесь сохранилась большая доля насаждений с преобладанием хвойных, так как леса в этих элементах рельефа слабее затронуты эксплуатацией.

Участки I группы типов так же труднодоступны, как и II. Но здесь из-за каменистых мелких почв в сочетании с интенсивной инсоляцией условия еще менее благоприятны для жизни темнохвойных древостоев, к тому же именно эти места особенно

[4] При учете лесного фонда ильмовые не были расчленены по видам.

часто и активно подвергаются действию пожаров, в первую очередь уничтожающих ель и пихту, резко усиливающих процессы эрозии и тем самым еще более затрудняющих восстановление коренной растительности. По этим причинам в I группе типов лесорастительных условий древостоев с преобладанием темнохвойных осталось мало.

Так, результаты анализа ясно показывают, что инверсии в распределении темнохвойных насаждений неморального комплекса связаны не только с природными условиями и экологическими особенностями растительных сообществ, но в большей мере с результатами антропогенной трансформации лесов. Те же причины объясняют и инверсии широколиственных.

Необходимо остановиться на некоторых деталях экологической приуроченности древостоев неморального комплекса. Бóльшую часть его площадей составляют липняки: их в 2,7 раза больше, чем насаждений с преобладанием дуба, в 4 раза — клена и в 25 раз — ильмовых. Относительная концентрация липняков ниже всего (26 %) во II группе типов; в I и III группах она практически одинакова — 35 и 36 %. Такое распределение не объяснить равенством экологических позиций липы в резко различных условиях I и III групп. Основная причина инверсии липы та же, что и хвойных: результат давней и неравномерной по активности эксплуатации лесов. Вместе с тем очевидно, что липа агрессивна не только на пологих склонах с мощными почвами, но и на каменистых склонах, при повышенной интенсивности инсоляции. Такое распределение липняков показывает, что для района характерен общий недостаток тепла при относительно устойчивом и достаточном обеспечении влагой.

Почти половина (45 %) всех площадей с преобладанием дуба сосредоточена в I группе типов, во II и III, соответственно, 18 и 37 %. Такое распределение отражает преимущественную приуроченность их к самым теплым, хоть и каменистым склонам. Еще показательнее в этом отношении цифры концентрации площадей дубняков по отношению к площади каждой группы типов: они занимают 25 % всей площади I группы, а во II и III — 7,5 и 9 %, соответственно. Отсюда коэффициент экологического преимущества дубняков в I группе по отношению ко II составляет 3,3, а по отношению к III — 2,8. Б. П. Колесников (1961) и П. Л. Горчаковский (1972) отмечали в своих работах приуроченность дуба к наиболее прогреваемым участкам. Наши цифры подтверждают и конкретизируют эти представления.

Иные особенности отличают распределение насаждений с преобладанием клена. Бóльшая часть их площадей (52 %) приурочена к участкам III группы типов, несколько меньше (32 %) их во II и еще меньше (16 %) в I группах. Отсюда возникает впечатление об особой приуроченности клена в нашем районе к теневым склонам и делювиальным шлейфам. Но такое заключение в связи с тем, что клен теплолюбив, не согласуется

с выводом, сделанным ранее, о дефиците тепла в нашем районе. Если обратимся к показателям, которые характеризуют относительную концентрацию кленовников по группам типов лесорастительных условий, то увидим, что в разных условиях они мало отличаются. В самом деле, кленовники составляют 5,8 % площадей I группы типов, 8,7 — II и 8,5 % — III. Расхождения в этом случае трудно трактовать как доказательство особой приуроченности клена к затененным участкам.

Древостоев с преобладанием ильмовых еще меньше. В I группе типов они занимают всего 0,8 % всей площади группы, 1,8 — во II и 1,4 % — в III. Очевидно, расхождения в этом случае несущественны и не превышают точности учета площадей. Малые площади под древостоями с преобладанием клена остролистного и ильмовых объясняются, по-видимому, не только экологическими, но и их фитоценотическими позициями: в условиях, далеких от оптимума, они редко выходят в первый ярус и формируют сомкнутый полог. Вместе с тем и клен, и ильм горный обычны в составе наших неморальных насаждений; особенно часты они в нижних ярусах сообществ.

Основную часть площадей неморального комплекса с преобладанием в древостоях мелколиственных составляют березняки: их площадь в 2,5 раза превышает общую площадь осинников и в 25 раз — ольшаников.Относительные позиции неморальных древостоев с преобладанием березы одинаковы на дренированных участках во всех лесорастительных условиях: их площади составляют 18 % I группы типов, 16 % — II и 17 % — III.

Воспользуемся теми же приемами для количественной оценки уровня элиминации коренных насаждений производными. Для этого примем уровень концентрации древостоев с преобладанием темнохвойных (они наиболее близки к коренным) за единицу, т. е. отнесем к площади, занятой темнохвойными, соответствующую площадь, откуда они были вытеснены другими породами. Полученные относительные величины характеризуют уровень вытеснения коренных насаждений. Назовем их коэффициентами элиминации темнохвойных и обозначим $Э^{т}$. Дополнительный индекс справа снизу укажет преобладающую породу производных насаждений. Так, коэффициент элиминации темнохвойных широколиственными $Э^{т}_{шл}$ в I группе типов лесорастительных условий равен 8, во II — 1,2; в III — 3 (рис. 4). Аналогичные коэффициенты элиминации темнохвойных мелколиственными $Э^{т}_{мл}$ составляют соответственно 2,5; 0,6 и 1,5. Эти цифры, как и на рис. 4, показывают, что широколиственно-темнохвойные древостои вытесняются широколиственными вдвое и втрое активнее, чем мелколиственными. Для ели и пихты $Э^{т}_{т} = 1$ (по определению).

С помощью коэффициентов элиминации отчетливо выделя-

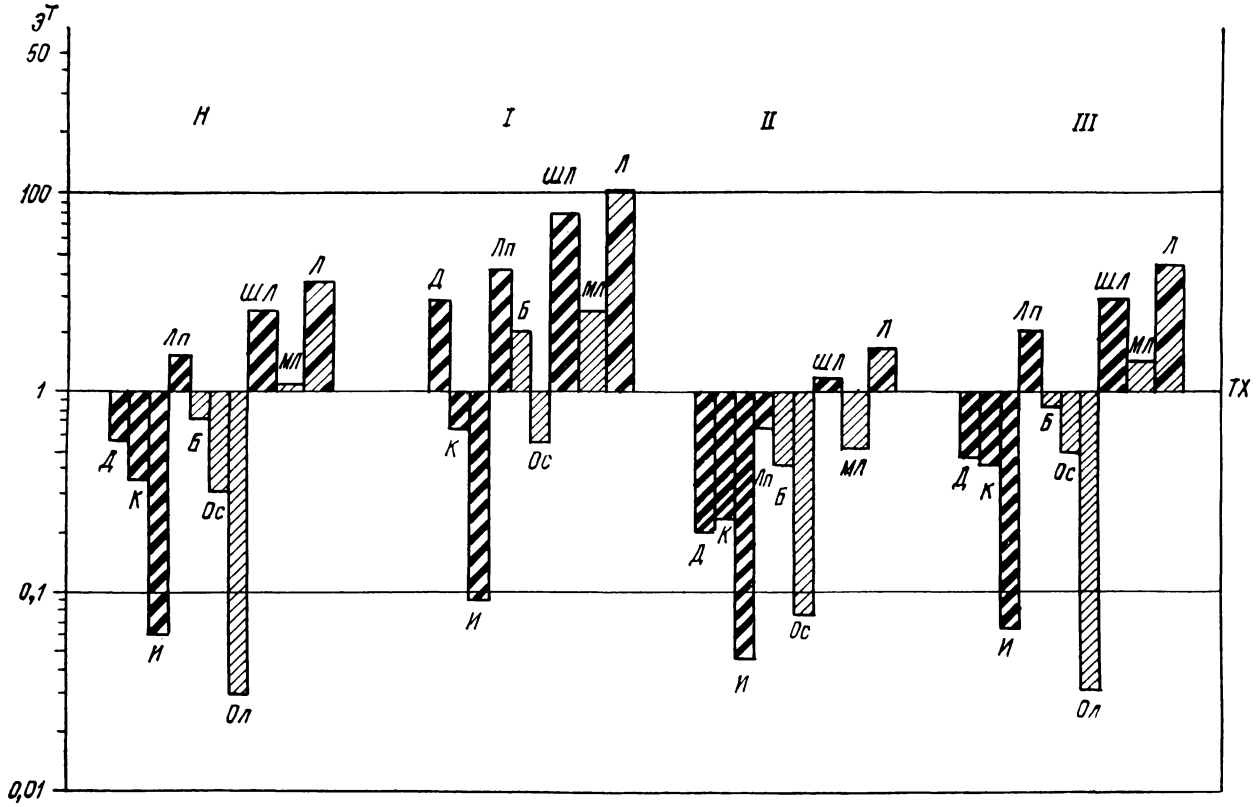


Рис. 4. Коэффициенты элиминации широколиственно-темнохвойных древостоев неморального комплекса производными со сменой преобладающих пород.

Условные обозначения те же, что на рис. 2.

ются ведущие конкуренты темнохвойных в целом для неморального комплекса и по группам типов лесорастительных условий. Они просматривались и на рис. 2 и 3. Использование коэффициентов элиминации позволяет более наглядно представить закономерности смены темнохвойных, упрощает их анализ.

Наиболее высоки, как уже отмечалось, темпы элиминации темнохвойных в I и III группах типов. Ведущая роль в этом процессе везде принадлежит липе, в 2 раза слабее аналогичная роль у неморальных березняков, в 2,7 раза — у древостоев с преобладанием дуба, в 4 раза — клена и почти в 5 раз — осины. Роль древостоев с преобладанием ильмовых ничтожна. В разных экологических условиях конкурентная способность древостоев оказывается разной. Так, в I группе типов за липой следуют дуб (он уступает липе в 1,4 раза, т. е. $\frac{Э^{т}_{лп}}{Э^{т}_{д}} = 1{,}4$) и береза ($\frac{Э^{т}_{лп}}{Э^{т}_{б}} = 2$). Клен отстает от липы по уровню вытеснения им темнохвойных в 6 раз, а ильмовые — в 45.

Близкие взаимные соотношения в вытеснении темнохвойных сохраняются у липняков и березняков во II и III группах типов — значения коэффициентов элиминации расходятся соответственно в 1,5 и 2 раза. Тем самым оценивается их относительная роль: неморальные липняки во всех условиях значительно агрессивнее неморальных березняков.

Во II группе типов дубняки по активности вытеснения ими темнохвойных отстают от липы сильнее, чем в I группе, здесь их коэффициенты различаются в 3,3 раза. Аналогичны в этой группе и относительные позиции липы и клена — для них коэффициенты элиминации темнохвойных различаются в 3 раза. В III группе типов разница между липой и дубом еще увеличивается: отношение коэффициентов элиминации равно 4,5. Позиции клена и в этой группе типов близки к позициям дуба: расхождение коэффициентов для клена и липы пятикратное. Налицо количественное подтверждение относительно высокой выносливости к низким температурам липы и высокой требовательности к ним дуба и клена. Одновременно проявляется устойчивость дуба к дефициту влаги.

Распределение насаждений таежного комплекса существенно отличается. Здесь состав преобладающих пород беднее (см. рис. 3). Контрастность в распределении площадей гораздо сильнее, расхождения в площади, занимаемой участками I и III групп типов в таежном комплексе, на порядок величин выше, чем в неморальном. Близкие к коренным бореальные древостои с преобладанием темнохвойных лучше всего сохранились, как и аналогичные древостои неморального комплекса, в условиях II группы типов, где они составляют 31 % площадей. В I группе типов

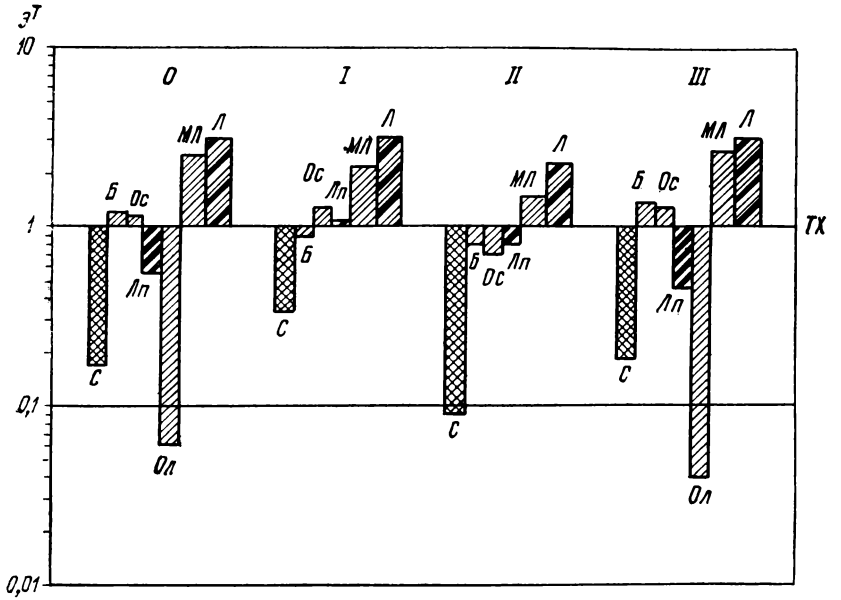


Рис. 5. Коэффициенты элиминации темнохвойных древостоев бореального комплекса производными со сменой преобладающих пород.
Условные обозначения те же, что на рис. 2.

темнохвойные сохранились на 23 % площадей, в III — на 22 %.

Таким образом, в пространственном размещении древостоев бореального комплекса наблюдаются те же явления инверсии, что и в размещении древостоев неморальных, одинаковы и причины инверсий.

Показательно в этом отношении распределение сосняков. Меньше всего доля, занятая ими, во II группе типов — 2,5 %; в I и III группах их концентрация соответственно 7 и 6%. Сосняки в нашем районе появляются только на местах пожарищ; тем самым они маркируют общую интенсивность антропогенных воздействий. Инверсия в распределении сосняков лишний раз указывает на относительную лучшую сохранность насаждений во II группе типов.

Сравнивая элиминацию темнохвойных во II группе типов бореального и неморального комплексов (см. рис. 4 и 5), видим, что она выше в неморальном (в 1,4 раза). Это, видимо, связано с тем, что наиболее активно в первую очередь вырубались бореальные древостои, более чистые по составу и потому более ценные. Вместе с тем, в I и III группах типов коэффициенты элиминации темнохвойных выше в неморальном комплексе в 3 и 1,4 раза соответственно. Они характеризуют относительную бóльшую активность инвазии лиственных в неморальном

комплексе, особенно в неблагоприятных для темнохвойных экологических условиях (I группа типов) и при активной трансформации лесов (III группа).

В процессе смены пород основную роль в бореальном комплексе играют мелколиственные. При этом позиции осины и березы близки; только в I группе типов заметно определенное преимущество (в 1,5 раза) осины, что обеспечено многократным отрастанием ее корневых отпрысков.

Роль липы в бореальном комплексе древостоев несравненно меньше, чем в неморальном. Если воспользоваться абсолютными значениями площадей (см. рис. 3), то покажется, что древостои липы тяготеют к более богатым и влажным почвам, к участкам III группы типов. Однако цифры относительной концентрации липняков в каждой группе типов покажут иную картину. В I группе типов ими занято 23 % площади, во II — 24, а в III всего 11 %. Такое распределение бореальных липняков дополнительно демонстрирует дефицит тепла, отличающий площади, занятые бореальными насаждениями. Особенно показательны в этом отношении коэффициенты элиминации темнохвойных липняками, они в I группе типов в 2,4 раза, а во II — в 1,7 раза выше, чем в III (см. рис. 5). Налицо относительное ослабление инвазии липы от I группы к III. Характерно, что именно в I и II группах типов, т. е. на относительно более теплых местоположениях, позиции липы в вытеснении темнохвойных близки березе и осине; в III группе липа по активности инвазии в три раза отстает от каждой из них. Это — явный результат температурных инверсий, недостатка тепла в III группе типов.

Таким образом, использование элементов генетической классификации при устройстве лесов позволяет получить данные, с помощью которых выявляются и характеризуются, в мере и числе, существенные закономерности в особенностях экологической структуры лесного фонда и его динамики. Анализ типологической структуры достаточно прост и надежен в сравнительной экологической индикации лесных, а также производных от них нелесных земель.

Полученные оценки следует использовать для решения технических задач. Они позволят более обоснованно определить главное направление, очередность и интенсивность хозяйственных мероприятий, направленных на увеличение продуктивности лесов, улучшение их состава, дадут основу для текущего и перспективного планирования лесного производства. Данные экологической индикации лесных земель имеют и более широкое значение: их можно использовать для оценки общей экологической ситуации, что важно при освоении новых территорий или при вовлечении лесных земель в сельскохозяйственное и другие виды пользования.

Чтобы обеспечить оперативную систематизацию и использование экологической информации, содержащейся в лесоустрои-

тельных материалах, необходимо усовершенствовать систему учета региональной и типологической структуры лесов, разработать специальные машинные программы обработки данных таксации.

ЛИТЕРАТУРА

Александрова В. Д. Классификация растительности: Обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах. Л.: Наука, 1968. 275 с.

Викторов С. В. Использование индикационных географических исследований в инженерной геологии. М.: Недра, 1966. 120 с.

Викторов С. В., Востокова Е. А., Вышивкин Д. Д. Краткое руководство по геоботаническим съемкам. М.: Изд-во МГУ, 1959. 166 с.

Викторов С. В., Востокова Е. А., Вышивкин Д. Д. Введение в индикационную геоботанику. М.: Изд-во МГУ, 1962. 227 с.

Глазовская М. А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов (учебное пособие). М.: Изд-во МГУ, 1964. 230 с.

Горчаковский П. Л. Широколиственные леса и их место в растительном покрове Южного Урала. М.: Наука, 1972. 144 с.

Зубарева Р. С. Лесорастительные условия и типы темнохвойных лесов горной полосы Среднего Урала.— В кн.: Типы и динамика лесов Урала и Зауралья. Свердловск: УФАН СССР, 1967, с. 13—87.

Зубарева Р. С. Ландшафтно-типологические комплексы как элемент лесорастительного районирования (на примере широколиственно-хвойных лесов Среднего Урала).— В кн.: Проблемы типологии и классификации лесов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1972, с. 64—77.

Исаева Р. П., Луганский Н. А. Естественные лесовосстановительные процессы в подзонах южной тайги и темнохвойно-широколиственных лесов Урала.— В кн.: Лесообразовательный процесс на Урале и в Зауралье. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1975, с. 94—128.

Кирсанов А., Турков В. Г., Потибенко А. А. и др. Лесной фонд Висимского заповедника по материалам лесоустройства 1976 г.— В кн.: Темнохвойные леса Среднего Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1979, с. 12—24.

Колесников Б. П. Кедровые леса Дальнего Востока. Сер. бот. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956, т. II(IV). 263 с.

Колесников Б. П. Очерк растительности Челябинской области в связи с ее геоботаническим районированием.— В кн.: Флора и лесная растительность Ильменского государственного заповедника имени В. И. Ленина. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1961, с. 105—129.

Колесников Б. П., Фильрозе Е. М. Применение таксационно-статистического метода и генетической классификации типов леса для изучения продуктивности лесов.— Лесоведение, 1967, № 4, с. 16—25.

Лукичева А. Н. Растительность северо-запада Якутии и ее связь с геологическим строением местности. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1963. 168 с.

Маковский В. И., Синельщикова З. И. Распределение лесной и болотной растительности по ландшафтно-геоморфологическим комплексам и рельефу на Тавда-Кондинском междуречье.— В кн.: Лесообразовательные процессы на Урале. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1970, с. 101—116.

Маслаков Е. Л. К вопросу выделения типов сплошных концентрированных вырубок (сосняки средней тайги Зауралья).— В кн.: Проблемы типологии и классификации лесов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1972, с. 177—192.

Миллс Ф. Статистические методы. М.: Гос. стат. издат., 1958. 799 с.

Перельман А. И. Геохимия ландшафта. М.: Высшая школа, 1966. 392 с.

Рябчинский А. Е., Кулагин Ю. З., Окишев Б. Ф. и др. Типы леса и их изменение под влиянием хозяйственных мероприятий.— В кн.: Система рекомендаций по ведению лесного хозяйства в Башкирской АССР. Уфа: Баш. кн. изд-во, 1976, с. 40—47.

Сабуров Д. Н. Леса Пинеги. Л.: Наука, 1972. 173 с.

Смолоногов Е. П., Кирсанов В. А., Трусов П. Ф. Классификация лесорастительных условий и типы леса Лозьвинского Урала.— В кн.: Проблемы типологии и классификации лесов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1972, с. 78—102.

Смолоногов Е. А., Кирсанов В. А., Махонин А. С., Костюченко И. С. Принципы составления и использования лесотипологических классификаций при устройстве лесов в горных странах.— Экология, № 6, 1973, с. 29—36.

Теоретические вопросы фитоиндикации. Л.: Наука, 1971. 214 с.

Фильрозе Е. М. Типы леса Ильменского государственного заповедника и их динамика. Новосибирск: СО АН СССР, 1958, с. 157—163.

Фильрозе Е. М. Опыт использования счетных машин при лесотипологических и ландшафтных исследованиях.— В кн.: Доклады второй научно-технической конференции молодых специалистов лесного производства Урала по итогам работ 1961 г. Свердловск, 1962, с. 5—9.

Фильрозе Е. М. Лесорастительное районирование Миасского леспромхоза (Южный Урал, Челябинская область).— В кн.: Типы и динамика лесов Урала и Зауралья. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1967а, с. 89—118.

Фильрозе Е. М. Схема генетической классификации типов леса тайги восточного макросклона Южного Урала и северной лесостепи восточноуральского пенеплена.— В кн.: Типы и динамика лесов Урала и Зауралья. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1967б, с. 119—155.

Фильрозе Е. М. Научные основы рационального использования горных лесов Южного Урала.— В кн.: Горные леса Южного Урала. Уфа: Баш. кн. изд-во, 1971, с. 49—59.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР — УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НА УРАЛЕ 1981

А. А. КОРЕПАНОВ, В. И. МАКОВСКИЙ

РЕЖИМ ПОЧВЕННО-ГРУНТОВЫХ ВОД И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ ПРИКАМЬЯ

В подзоне южной и средней тайги, на боровых террасах рек Вятки, Камы и их притоков широкое распространение получили сосновые насаждения на древнеаллювиальных и флювиогляциальных песчаных отложениях. Произрастая на относительно одинаковых по механическому составу и богатству почвах, эти насаждения значительно отличаются производительностью. Их производительность колеблется от I до V классов бонитета и зависит от глубины стояния почвенно-грунтовых вод. По степени увлажнения сосняки разделены нами на три группы типов леса: насаждения временного избыточного увлажнения (сосняки-долгомошники и черничники влажные), насаждения оптимального увлажнения (сосняки-черничники свежие и брусничники), насаждения недостаточного увлажнения (сосняки мшистые, мшисто-лишайниковые и лишайниковые). Эти группы типов леса объединяет не только степень увлажнения, но и особенности режима грунтовых вод.

Наблюдения за режимом грунтовых вод проводятся на 50 постоянных пробных площадях, заложенных в 1963—1964 гг. в Кировском лесхозе Кировской области и в 1973 г. в Гайнском лесхозе Пермской области. На каждой пробной площади установлен асбоцементный смотровой колодец диаметром 10 см, проведена микронивелировка участка, в показания замеров вносятся поправки с учетом средней отметки поверхности (Вомперский, 1964).

Сглаженный временем дюнный рельеф позволяет проследить смену производительности сосновых насаждений с изменением дренажа почв по схеме А. А. Молчанова (1963). Лесотаксационное описание основных типов леса, произрастающих на песчаных почвах, приводится нами на примере сосняков II класса возраста, расположенных на боровой террасе р. Быстрицы, притоке р. Вятки. Древостои в возрасте жердняка наиболее отзывчивы к изменениям почвенно-гидрологических условий. Поэтому

Таблица 1

Основные лесотаксационные показатели сосновых насаждений II класса возраста

Сосняк	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Полнота	Запас, м³/га	Класс бонитета	Состав
Долгомошник	9,8	7,3	0,70	59	III	8С 2Ос, ед. Б
Черничник влажный	7,6	12,5	0,78	150	II	10С, ед. Б
Черничник свежий .	10,8	15,2	0,80	202	I	10 С+Б
Брусничник	12,0	18,5	0,89	230	I	10С, ед. Б
Мшистый	8,5	9,7	0,80	120	III	10С
Мшисто-лишайниковый	7,7	7,0	0,40	42	IV	10С
Лишайниковый . . .	5,4	4,8	0,31	22	V	10С

Таблица 2

Режим почвенно-грунтовых вод сосновых насаждений

Сосняк	Среднемесячный уровень грунтовых вод, см					
	V	VI	VII	VIII	IX	Среднее
Долгомошник	24	36	44	52	48	41
Черничник влажный . .	23	43	58	67	65	51
Черничник свежий . . .	41	65	79	90	96	74
Брусничник	73	91	102	113	116	99
Мшистый	132	141	156	166	172	154
Мшисто-лишайниковый	166	172	185	194	202	184
Лишайниковый	254	253	264	272	277	264

Таблица 3

Влияние осадков на средневегетационный уровень почвенно-грунтовых вод

Год наблюдений	Колич. осадков вегетационного периода, мм	Средневегетационный уровень грунтовых вод по типам леса, см						
		Долгомошник	Черничник влажный	Черничник свежий	Брусничник	Мшистый	Мшисто-лишайниковый	Лишайниковый
1963	212	—	72	84	109	—	—	—
1964	240	58	67	82	105	171	216	278
1965	418	24	30	52	75	137	169	242
1966	293	31	45	70	89	138	162	236
1968	448	23	33	58	90	159	177	236
1969	351	29	34	88	95	192	216	273
1970	277	34	52	88	103	174	192	258
1972	158	38	59	103	117	181	200	258
1073	261	67	71	82	113	159	195	—
1974	424	24	36	67	80	117	159	232
1975	173	78	80	66	114	156	189	298
1976	400	55	51	77	102	134	165	310
1977	257	64	66	79	120	158	200	295
1978	426	23	21	38	76	120	152	253
Среднее	309	41	51	74	99	154	184	264

они наглядно характеризуют зависимость производительности насаждений от режима почвенно-грунтовых вод.

Сосняки-долгомошники в условиях Прикамья произрастают по III—IV классам бонитета. Характеристика этого типа леса дается на примере пробной площади 40, которая занимает нижнюю часть пологого склона, переходящего в верховое болото. Рельеф участка ровный, слегка кочковатый. Лесотаксационная характеристика приведена в табл. 1. Подрост редкий из ели, березы, осины, сосны. Подлесок редкий из ивы, крушины, можжевельника.

Режим почвенно-грунтовых вод сосняков-долгомошников в значительной степени обусловлен их положением в нижней части склона. Водное питание идет за счет почвенно-грунтовых вод, выклинивающихся из-под прилегающих суходолов. В сосняках-долгомошниках наглядно выражены сезонные изменения уровня почвенно-грунтовых вод. Они чувствительно реагируют на летние осадки. Графически кривая динамики их уровня изобилует острыми пиками подъема и спада, копирующими дождливые и недождливые периоды вегетационного сезона, с общим опусканием почвенно-грунтовых вод до сентября месяца. Средневегетационный уровень вод составляет 41 см, однако в течение 13 лет наблюдений он колебался от 23 до 78 см (табл. 2 и 3). Как видно из табл. 3, режим почвенно-грунтовых вод претерпевает значительные изменения по годам, что вызывается осадками вегетационного периода. Чем больше осадков, тем выше уровень стояния воды. В некоторой степени на уровень почвенно-грунтовых вод в весенний период оказывает влияние большое количество осадков предшествующего гидрологического года. Характерно, что в годы с обильными летними осадками динамика почвенно-грунтовых вод выражена слабо. Так, с мая по август 1969 г. почвенно-грунтовые воды понизились всего на 7 см, а в 1964 г.— на 88 см; максимальная же амплитуда колебаний грунтовых вод в течение вегетационного периода составляет 106 см. Почвенно-грунтовые воды в весенний период подтапливают верхний десятисантиметровый слой почвы в течение 10 дней, а в слое почвы 10—20 см стоят почти весь май (табл. 4). Это, безусловно, отражается на жизнедеятельности корневой системы и приводит к снижению прироста древостоя (Веретенников, 1959).

Сосняки-черничники являются переходными от оптимального увлажнения к избыточному. По степени увлажненности их приходится делить на два типа: сосняки-черничники влажные, II—III класса бонитета, где черника создает сплошной покров, а по микропонижениям преобладают кукушкин лен и сфагнумы, и сосняки-черничники свежие, I—II класса бонитета, где по микроповышениям встречается брусника, а в моховом покрове преобладают зеленые мхи.

Характеристика сосняка-черничника свежего дается на при-

Таблица 4

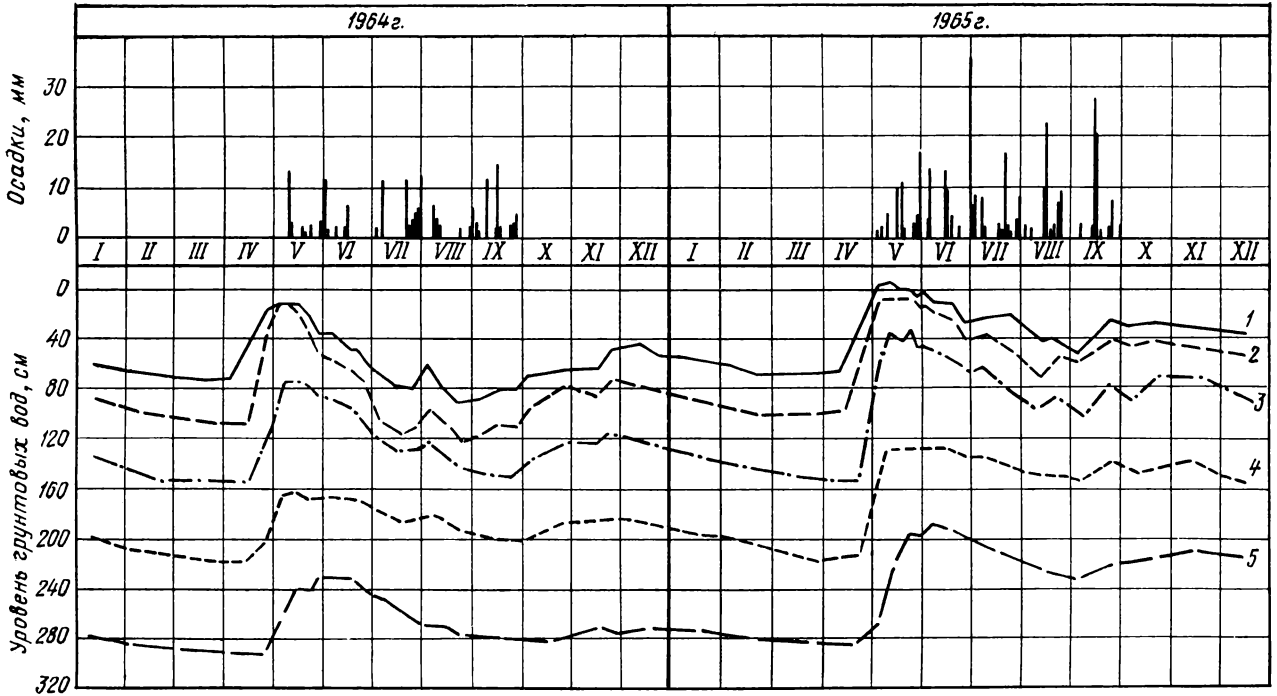
Продолжительность подтопления почвенных горизонтов в сосновых насаждениях по типам леса

Горизонты подтопления, см	Сосняк				
	долгомошник	черничник влажный	черничник свежий	брусничник	мшистый
Выше 0	1:1* / 1	4:4 / 4	—	—	—
0—10	10:10 / 10	14:14 / 16	—	—	—
11—20	28:36 / 44	22:30 / 30	8:9 / 9	—	—
21—30	29:50 / 90	25:36 / 44	13:13 / 13	2:2 / 2	—
31—50	31:61 / 133	30:50 / 75	25:32 / 34	9:10 / 10	—
51—75	31:61 / 153	31:60 / 106	31:51 / 76	19:26 / 30	1:1 / 1
76—100	31:61 / 153	31:61 / 142	31:61 / 110	31:61 / 86	7:8 / 8

* Первая цифра в числителе — количество дней подтопления в мае, вторая цифра — в мае — июне; в знаменателе — за вегетационный период.

мере пробной площади 4. Пробная площадь находится на пологом склоне, в нижней части которого произрастает сосняк-долгомошник. Основные лесотаксационные показатели приводятся в табл. 1. Подрост редкий, куртинный из ели, березы, сосны. Подлесок редкий из крушины, рябины, можжевельника.

Режим почвенно-грунтовых вод черничника свежего благоприятен для произрастания древесной растительности. Он отражает предел оптимальных условий увлажнения, когда дальнейшее увеличение влажности почв приводит к снижению производительности насаждения. Почвенно-грунтовые воды не выходят на поверхность почвы и не подтапливают верхний десятисантиметровый слой даже в мае. А в слое почвы глубиной до 30 см вода стоит в течение вегетационного периода 13 дней (см. табл. 4). Уровень почвенно-грунтовых вод колеблется в пределах 5—135 см. Среднемесячные уровни за 14 лет наблюдений приводятся в табл. 2. Как и в предыдущих типах леса, режим почвенно-грунтовых вод значительно отличается по годам. Средневегетационный уровень зависит от количества осадков этого периода (см. табл. 3). Динамика почвенно-грунтовых вод в течение вегетационного периода характеризуется понижением



Динамика режима почвенно-грунтовых вод в сосновых типах леса.

1 — черничник влажный, *2* — черничник свежий, *3* — брусничник, *4* — мшистый, *5* — лишайниковый.

уровня их стояния до сентября. После обильных осадков характерны резкие подъемы грунтовых вод (см. рисунок).

Сосняки-брусничники на песчаных почвах в условиях Прикамья представлены насаждениями высокой производительности. Лесотаксационная характеристика сосняка-брусничника дается на примере пробной площади 59. Выдел находится на возвышенном ровном участке, древостой одноярусный, его основные лесотаксационные показатели приводятся в табл. 1. Подрост редкий: ель, сосна, береза. Подлесок редкий: можжевельник, ракитник.

По степени увлажнения сосняки-брусничники находятся в оптимальных условиях. Дальнейшее понижение уровня почвенно-грунтовых вод приведет к ухудшению производительности насаждений. Их уровни колеблются в пределах 20—150 см. Даже в весенний период почвенно-грунтовые воды подтапливают верхний слой почвы всего 9 дней, и только на глубине 100 см стоят весь май (см. табл. 4). Для сосняка-брусничника характерен хорошо выраженный подъем грунтовых вод в начале мая и быстрое их опускание до конца августа. Почвенно-грунтовые воды очень быстро реагируют на выпадение осадков вегетационного периода. Сосняк-брусничник наиболее полно отражает как годовые, так и сезонные изменения режима почвенно-грунтовых вод (см. табл. 2 и 3, рисунок). Из данных табл. 2 и 3 видно, что среднемесячный и средневегетационный уровень почвенно-грунтовых вод неодинаков по годам. При этом определяющим фактором является количество летних осадков. Средневегетационный уровень почвенно-грунтовых вод уменьшается по мере увеличения количества осадков за этот период. Так, обильные осадки лета 1965 г. значительно повысили уровень почвенно-грунтовых вод по месяцам, а в среднем за период вегетации — на 30 см по сравнению с предыдущим годом. Это влияние сказывалось даже на уровень почвенно-грунтовых вод мая следующего года (Смоляк, 1961).

Сосняки мшистые — насаждения первой ступени недостаточного увлажнения, в связи с этим они представлены древостоями более низкой производительности (II—III класса бонитета), чем брусничники. Лесотаксационная характеристика сосняка мшистого дается на примере пробной площади 53. Выдел находится на возвышенном ровном участке дюнного рельефа, древостой одноярусный, его лесотаксационная характеристика приводится в табл. 1. Подрост редкий: сосна, ель; подлесок редкий из можжевельника.

Как и для всех насаждений недостаточного увлажнения, для режима почвенно-грунтовых вод характерно запоздание подъема вод в весенний период, приходящихся на середину мая. Летнее же опускание происходит до начала октября. Почвенно-грунтовые воды реагируют лишь на большие ливневые дожди вегетационного периода. В сосняках мшистых слой почвы на глубину

до 100 см практически не подтапливается почвенно-грунтовыми водами. Только в конце мая — начале июня эти воды появляются в слое почвы на глубине 75—100 см на 8 дней (см. табл. 4). В течение года уровень почвенно-грунтовых вод колеблется от 0,7 до 2,4 м. Среднемесячные уровни грунтовых вод за 13 лет наблюдений приводятся в табл. 2. Они особенно в летне-осенний период меньше подвержены влиянию осадков вегетационного периода. В результате и средневегетационные уровни почвенно-грунтовых вод не всегда реагируют на осадки вегетационного периода (см. табл. 3).

По условиям местопроизрастания к сосняку мшистому довольно близок сосняк мшисто-лишайниковый. Его основная отличительная черта — меньшая обводненность, а в связи с этим и меньшая производительность в пределах III—IV классов бонитета.

Сосняки лишайниковые характеризуют наиболее сухие типы условий местопроизрастания на песчаных почвах. Это древостои III—V классов бонитета. Лесотаксационное описание сосняка лишайникового дается на примере пробной площади 70 (см. табл. 1). Выдел расположен на сглаженном склоне дюнного рельефа южной экспозиции.

Режиму грунтовых вод сосняка лишайникового свойственно плавное опускание грунтовых вод с конца мая до октября-ноября, а затем небольшой подъем до ноября — декабря. В целом для этого типа леса характерно общее запоздание реакции грунтовых вод на сезонные климатические изменения, незначительное влияние осадков на динамику грунтовых вод, полное отсутствие резких пиков их колебаний (см. рисунок). В течение года грунтовые воды колеблются от 147 до 314 см. Среднемесячные уровни их за 12 лет наблюдений приводятся в табл. 2. Как видно из данных табл. 2 и 3, среднемесячные и средневегетационные уровни грунтовых вод отличаются незначительно, т. е. с увеличением глубины стояния в их режиме проявляется стабильность, обусловленная меньшим влиянием климатических факторов.

Режим почвенно-грунтовых вод, его особенности по типам леса проявляются также в их динамике в течение зимнего и летнего периодов.

Для всех насаждений характерны общие закономерности сезонной динамики почвенно-грунтовых вод: систематическое более или менее равномерное снижение уровня воды зимой, резкий подъем весной, летнее понижение, нарушаемое периодическим выпадением большого количества осадков, и осенний подъем. Эти закономерности имеют свои особенности в каждом типе леса. Характер динамики почвенно-грунтовых вод можно проследить в зимний и летний периоды.

Динамика зимнего опускания грунтовых вод проявляет свои особенности главным образом в пределах групп типов леса по степени увлажнения (табл. 5).

Таблица 5

Динамики зимнего и летнего опускания почвенно-грунтовых вод по типам леса

Сосняк	Дата		Продолжительность опускания, сутки	Величина опускания, см	Среднесуточное опускание, см
	осеннего максимума	зимнего минимума			
Лишайниковый . . .	6.XII	13.VI	128	39	0,30
Мшисто-лишайниковый	23.XI	8.VI	136	25	0,18
Брусничник	12.XI	17.III	126	50	0,39
Мшистый	29.XI	4.IV	127	30	0,24
Черничник свежий	19.XI	24 III	135	55	0,41
Черничник влажный	25.XI	13.III	109	22	0,21

Сосняк	Дата		Продолжительность опускания, сутки	Величина опускания, см	Среднесуточное опускание, см
	весеннего максимума	летнего минимума			
Лишайниковый . . .	25.V	13.X	141	64	0,44
Мшисто-лишайниковый	27.V	10.X	136	61	0,45
Брусничник	4.V	18.VIII	116	75	0,65
Мшистый	15.V	3.X	141	64	0,45
Черничник свежий	4.V	28.VIII	116	82	0,71
Черничник влажный	4.V	1.IX	120	70	0,58

Как отмечалось выше, сосняки недостаточного увлажнения отличаются запаздыванием реакции уровня грунтовых вод на сезонные изменения. Так, в сосняке лишайниковом максимальное поднятие грунтовых вод осенью наступает только в начале декабря, хотя уже к началу ноября наблюдается устойчивый снежный покров. В сосняках оптимального и избыточного увлажнения максимальное осеннее поднятие почвенно-грунтовых вод наступает в середине ноября. Зимнее же опускание грунтовых вод в сосняках недостаточного увлажнения происходит в середине апреля, а в сосняках оптимального и избыточного увлажнения — во второй половине марта.

В целом продолжительность опускания уровня почвенно-грунтовых вод в зимний период почти одинакова во всех типах леса. Однако величина и скорость зимнего опускания различна. Характерно, что в насаждениях оптимального увлажнения величина и скорость опускания почвенно-грунтовых вод наибольшая.

На продолжительность зимнего опускания грунтовых вод большое влияние оказывают летне-осенние осадки, которые ускоряют наступление осеннего максимума и увеличивают подъ-

ем грунтовых вод в этот период. В результате в насаждениях на почвах недостаточного и оптимального увлажнения зимний минимум смещается на более ранний период, возрастают продолжительность и скорость понижения уровня грунтовых вод. В насаждениях на почвах избыточного увлажнения наступление раннего-зимнего минимума сопровождается снижением абсолютной величины опускания почвенно-грунтовых вод. Это приводит к высокой обводненности в весенний период.

Динамика летнего опускания почвенно-грунтовых вод проявляется значительно интенсивнее, чем в зимний период (см. табл. 5). Весенний максимум подъема почвенно-грунтовых вод наступает в сосновых насаждениях в мае. Причем по мере уменьшения обводненности почв дата весеннего максимума передвигается от первой декады мая к третьей. Примерно такое же положение со сроками наступления летнего минимума: по мере уменьшения обводненности типа леса дата наибольшего понижения уровня почвенно-грунтовых вод передвигается с конца августа до середины сентября. По продолжительности опускания уровня воды в летний период резкая граница наблюдается между насаждениями недостаточного увлажнения и насаждениями оптимального и избыточного увлажнения, разница в продолжительности опускания почвенно-грунтовых вод составляет примерно 20 дней. Как и в зимний период, величина и скорость понижения уровня воды наибольшая в условиях оптимального увлажнения.

Летне-осенние осадки предыдущего года влияют на срок и величину подъема почвенно-грунтовых вод. Так, после сырого лета 1965 г. в насаждениях недостаточного увлажнения весенний максимум подъема воды наступал в 1966 г. в начале мая, а в насаждениях оптимального и избыточного увлажнения — в конце апреля. Возросли подъемы почвенно-грунтовых вод, продолжительность, величина и скорость летнего опускания, особенно в насаждениях недостаточного увлажнения и в меньшей степени — избыточного увлажнения. Обильные осадки лета 1965 г. уменьшили продожительность, величину и скорость опускания грунтовых вод во всех типах леса. Величина и, особенно, скорость понижения грунтовых вод летом 1965 г. возрастали по мере увеличения обводненности насаждений.

Выводы

1. На относительно одинаковых по агрохимическим и физическим свойствам почвах производительность сосновых насаждений боровых террас в первую очередь зависит от режима почвенно-грунтовых вод. Корреляционная связь между их средневегетационным уровнем и производительностью насаждений составляет 0,81—0,95.

2. Каждому типу леса свойствен свой режим почвенно-грун-

товых вод. Причем особенности режима проявляются не только в различной глубине стояния, но и в годовой, сезонной и внутрисезонной динамике. Особенно наглядно эти особенности проявляются по группам типов леса, объединенных степенью их увлажнения.

3. Каждому типу леса соответствует характерный период подтопления почвенных горизонтов.

4. Величина, продолжительность, скорость и период понижения уровня почвенно-грунтовых вод отличается по типам леса. Причем более производительные насаждения интенсивнее сбрасывают избыток влаги в зимний и летний периоды, а для насаждений недостаточного увлажнения характерно запаздывание реакции уровня грунтовых вод на сезонные климатические изменения.

5. Режим почвенно-грунтовых вод в большой степени зависит от количества летних атмосферных осадков, их интенсивности и распределения в течение вегетационного периода, это влияние частично сказывается даже на следующий год. Влияние осадков на режим почвенно-грунтовых вод уменьшается по мере снижения обводненности насаждения.

6. Наиболее оптимальным режимом увлажнения характеризуются сосняки-брусничники и черничники свежие. О благоприятном влиянии некоторого избытка влаги на производительность сосновых древостоев на песчаных почвах (тип чернично-брусничный) указывают литовские лесоводы (Валмиене, 1964).

ЛИТЕРАТУРА

Валмиене Е. Влажность почвы в сосняках.— Труды ЛитНИИЛХ, 1964.

Веретенников А. В. К динамике процессов отмирания и регенерации корневой системы сосны при временном избытке влаги.— Лесной ж., 1959, № 1, с. 28—33.

Вомперский С. Э. О методике наблюдений за почвенно-грунтовыми водами при гидролесомелиоративных исследованиях.— Лесной ж., 1964, № 1, с. 48—52.

Молчанов А. А. Гидрологическая роль сосновых лесов на песчаных почвах. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 486 с.

Смоляк Л. П. Влияние уровня грунтовых вод на рост сосны на песчаных почвах Полесья: Сб. бот. работ Белорус. отд. Всесоюз. бот. о-ва, 1961, вып. 3.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР — УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НА УРАЛЕ · 1981

А. С. ЧИНДЯЕВ

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ БОЛОТНЫХ ЛЕСОВ ДО И ПОСЛЕ ОСУШЕНИЯ

Заболоченность территории государственного лесного фонда Свердловской области 34,5 %: около 5,2 млн. га болот и заболоченных земель, из них 3,1 млн. га избыточно увлажненные, заболоченные и болотные леса, остальная площадь — безлесные болота и сенокосные угодья. Согласно плановым заданиям в Свердловской области начаты работы по осушению заболоченных лесов, объемы которых в X пятилетке составили 6 тыс. га. В перспективе они должны увеличиваться, однако опыт лесоосушительных работ недостаточен, а использование опыта гидролесомелиорации других районов страны на Урале требует разумного подхода. Это обусловило необходимость начать экспериментальные работы по лесоосушительной мелиорации на Урале. С этой целью в 1976—1977 гг. в Уральском учебно-опытном лесхозе был заложен опытный стационар по осушению болотных лесов, первые полученные здесь результаты излагаются в настоящей статье.

На первом этапе работ подбирался участок для осушения, выполнялись необходимые изыскания, проектирование, строительство осушительной сети, а также изучались таксационно-лесоводственная характеристика древостоев, водно-физические свойства торфов и гидрологического режима неосушенных и осушенных лесов.

Работы, предусмотренные программой, выполнялись по общепринятым методикам. Так, изыскательские работы, проектирование осушительной сети выполнено согласно «Техническим условиям по осушению лесных площадей» (1971). Лесотаксационные работы велись по применяемым в настоящее время методикам. Выполнение скважин и наблюдения за уровнем почвенно-грунтовых вод (ПГВ) производились по методике С. Э. Вомперского (1968) с учетом рекомендаций М. М. Елпатьевского и других (1971), Б. В. Бабикова (1970) и др. Водно-физические свойства торфов определялись по методике И. С. Кауричева (1973).

Район работ расположен на восточном склоне Уральского

Таблица 1

Таксационная характеристика пробных площадей

№ пробной площади	ип леса	Индекс типа леса	Состав	Класс возраста	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Класс бонитета	Полнота	Запас древесины, м³/га	Колич. стволов, шт/га	Мощность слоя торфа, м
	Ельник										
1	Осоковый	Е. ос.	10ЕедС	V	14,4	18,6	V	0,97	188	1270	1,10
2	Осоково-разнотравный	Е. ос. ртр.	9Е1СедБ	VII	12,0	13,7	Va	1,24	143	2531	0,90
9	Осоковый	Е. ос.	4Е3С3Б	VI	12,0	15,3	V	1,23	210	1295	1,65
10	Хвощово-осоковый	Е. хв. ос.	7Е2Б1С	VI	12,0	16,6	Va	1,37	224	1661	0,60
16	Осоково-разнотравный	Е. ос. ртр.	5Е5Б+С	VII	15,6	27,6	V	1,35	254	910	0,70
17	Вейниково-осоковый	Е. вн. ос.	4Е5Б1С	VI	15,0	20,3	V	0,94	179	1000	1,10
	Сосняк										
4	Осоково-сфагновый	С. ос. сф.	10Сед. Б, Е	IV	10,7	13,0	V	0,60	96	1376	1,60
5	«	«	10Сед. Б	IV	10,8	12,3	V	0,96	140	2300	1,70
6	Кустарничково-осоковый	С. к. ос.	10Сед. Б	IV	11,6	13,3	V	0,88	152	1880	1,45
8	Вейниково-осоковый	С. вн. ос.	5С3Е2Б	VI	15,0	18,4	V	0,98	201	1226	2,24
3	«	«	9С1ЕедБ	IV	13,8	17,5	V	0,70	136	973	1,30
19	Сфагново-осоковый	С. сф. ос.	10С+Б	IV	9,4	10,0	V	0,65	110	2100	1,10
	Березняк										
7	Травяно-осоковый	Б. тр. ос.	6Б3С1Е	VII	13,0	14,6	IV	1,21	252	1343	2,12
18	Вейниково-осоковый	Б. вн. ос.	10Б	VII	14,3	15,5	IV	0,94	128	900	0,60
13	Разнотравный	Б. ртр.	9Б1Е+С	VII	15,0	13,4	IV	1,12	206	1819	0,60

хребта, характеризующегося горно-увалистым рельефом с широкими плоскими понижениями между горами и увалами. Климат района континентальный, среднегодовая температура 1,2° С, среднегодовое количество осадков 465 мм.

Основной объем исследований выполнен на постоянных пробных площадях стационара (табл. 1).

Пробные площади заложены в еловых, сосновых, березовых и смешанных древостоях. Все породы произрастают на торфяных почвах с мощностью от 0,6 до 2,2 м. Таксационная характеристика пробных площадей разнообразна. Так, запас древесины разных пробных площадей колеблется от 96 до 268 м³/га, полнота — от 0,6 до 1,37 и количество стволов — от 900 до 2987 шт/га.

Исследованиями были охвачены низинные, переходные и верховые типы болотных лесов.

На большинстве пробных площадей были изучены водно-физических свойства торфов, от которых зависят передача тепловой радиации вглубь и обратно, газовый режим почвы и ряд других почвенных факторов. Широкий диапазон варьирования физических свойств влияет на технические расчеты параметров осушительной сети. Остановимся на важнейших показателях водно-физических свойств торфяных почв (табл. 2).

Полная влагоемкость характеризуется высокими показателями, которые увеличиваются от низинных к верховым типам болотных лесов. Так, если она для низинных типов составляет в среднем около 800 %, то для верховых превышает 900 %. Подобное отмечает Л. П. Смоляк (1969) для условий Белоруссии. В силу этого сфагновые торфы верховых типов леса способны вмещать особенно большое количество воды. По мере углубления в торф влагоемкость уменьшается. Это объясняется плотным сложением нижних горизонтов почвы.

Гигроскопическая влага находится в воздушно-сухой почве. Эта влага недоступна для растений, и во всех типах леса ее содержание близко и составляет 8—11 %.

Скважность или порозность определяет влагоемкость, водопроницаемость почв, а также направление и интенсивность биохимических процессов, происходящих в почве. Известно (Смоляк, 1969, и др.), что лесные торфяные почвы имеют очень высокую порозность, нередко доходящую в верхнем слое до 97 %. Наибольшая порозность свойственна верховым, наименьшая — низинным, более плотным торфам (см. табл. 2).

Из данных табл. 2 видно, что скважность увеличивается от низинных (78,2 %) к верховым болотам (91 %). По мере углубления в торф скважность значительно уменьшается. Это уменьшение от слоя торфа 0—10 см к слою 20—30 см достигает 5—15 %.

Объемный вес — чрезвычайно важный показатель физических свойств почвы, позволяющий судить о ее плотности. Согласно нашим данным, объемный вес торфа сильно варьирует. С глубиной

Таблица 2

Водно-физические свойства торфа в различных типах леса

№ пробной площади	Индекс типа леса	Тип болота	Глубина взятия образца, см	Полная влагоемкость, % от объема почвы	Гигровлага, %	Скважность, % от объема почвы	Объемный вес, г/см³	Удельный вес, г/см³
1	Е. ос.	Низинный	0—10	780	11,5	78,2	0,24	1,10
			10—20	760	11,2	76,2	0,26	1,09
			20—30	745	10,7	74,5	0,28	1,10
4	С. ос. сф.	То же	0—10	920	8,9	91,0	0,13	1,55
			10—20	900	8,4	90,0	0,17	1,68
			20—30	880	8,2	87,6	0,21	1,70
7	Б. вн. ос.	»	0—10	970	10,9	90,6	0,13	1,39
			10—20	850	11,2	84,3	0,21	1,40
			20—30	820	10,9	82,0	0,25	1,39
9	Е. ос.	Переходный	0—10	890	10,7	98,5	0,15	1,35
			10—20	890	10,2	98,4	0,15	1,36
			20—30	830	10,4	83,0	0,24	1,40
19	С. сф. ос.	То же	0—10	880	11,0	88,0	0,18	1,49
			10—20	890	11,8	87,2	0,19	1,48
			20—30	850	12,6	85,0	0,22	1,47
21	С. ос. сф.	»	0—10	880	10,8	87,8	0,17	1,39
			10—20	840	12,2	83,7	0,23	1,41
			20—30	860	12,3	85,5	0,23	1,59
22	С. сф. ос.	»	0—10	920	9,0	91,4	0,12	1,40
			10—20	915	8,9	91,5	0,13	1,42
			20—30	910	8,1	89,5	0,15	1,43

Таблица 3

Среднемесячные уровни ПГВ (см) в холодный период на неосушенных площадях в 1976 (в числителе) и в 1977 (в знаменателе) гг.

№ пробной площади	Индекс типа леса	Месяц							Среднее
		I	II	III	IV	V	XI	XII	
1	Е. ос.	43 55	54 71	63 81	3 8	29 —	31 —	29 —	38 —
3	С. вн. ос.	72 73	78 95	88 109	11 9	42 —	50 —	56 —	52 —
6	С. к. ос.	74 102	83 102	90 113	20 8	57 —	63 —	84 —	68 —
7	Б. вн. ос.	55 105	62 108	65 119	14 9	37 —	40 —	46 —	45 —

он увеличивается, что объясняется более плотным сложением торфа. Особенно наглядно это прослеживается на примере сосняка осоково-сфагнового: для слоев 0—10, 10—20, 20—30 см он соответственно составляет 0,13; 0,17 и 0,21 г/см^3.

Удельный вес исследованных нами торфов различных типов болотных лесов (см. табл. 2) колеблется от 1,09 до 1,70 г/см^3.

Анализ водно-физических свойств торфов различных типов болот показал относительно более благоприятные условия для произрастания древесной растительности на низинных болотах, так как здесь ниже, чем на верховых болотах, влагоемкость, несколько меньше скважность, выше объемный вес почвы.

Гидрологический режим болотных лесов

Известно (Вомперский, 1968; Вомперский и др., 1975; Бабиков, 1970, и др.), что торфяные почвы способны поглощать и удерживать значительное количество воды в своей толще, поэтому такие почвы всегда имеют высокий уровень стояния ПГВ. Это, в свою очередь, обусловливает произрастание на болотных почвах древостоев низкой производительности, характеризующихся IV—V классами бонитета. Поэтому знание особенностей динамики ПГВ болотных лесов позволяет успешно решать вопросы лесоосушительной мелиорации.

Наблюдения за уровнем ПГВ (табл. 3) показали, что в течение января — марта и октября — ноября он постепенно снижается, в марте — достигает минимума, а наиболее высоко поднимается в апреле. Абсолютная величина снижения и подъема уровня ПГВ зависит от влажности года. Так, в 1977 г. более влажном, чем 1976 г., уровень ПГВ в апреле поднялся до 8—9 см в то время как в 1976 г. он был в 1,5—2 раза ниже.

В целом уровни ПГВ в зимний период располагаются довольно глубоко (от 30—50 до 90—119 см), и это следует признать положительным фактором водно-воздушного режима торфяных почв.

Наиболее важное значение для роста леса имеют уровни ПГВ в течение вегетационного периода, когда идет интенсивный рост леса: с мая по сентябрь они постепенно понижаются, так как в период вегетации происходит усиленное потребление воды на транспирацию, а также физическое испарение и сток (табл. 4). Отмеченная особенность характерна для обоих рассматриваемых лет с той лишь разницей, что уровень ПГВ в 1977 г. более чем в два раза был ниже по сравнению с 1976 г.

Наиболее ответственным в формировании приростов в условиях Урала следует считать период с конца мая по июль. И от того, насколько водный режим в это время будет благоприятен для роста древесной растительности, сформируется высокий или низкий прирост. Как видно из табл. 4, в течение июня — июля уровень ПГВ находился на глубине 13—17 см в 1976 г. и

Таблица 4

Среднемесячные уровни ПГВ (см) в вегетационный период на неосушенных площадях в 1976 в (числителе) и в 1977 (в знаменателе) гг.

№ пробной площади	Индекс типа леса	Месяц					Среднее
		V	VI	VII	VIII	IX	
1	Е. ос.	11/19	14/34	16/60	20/80	30/86	18/56
2	Е. ос. ртр.	12/13	15/28	15/53	24/80	29/95	21/54
3	С. вн. ос.	10/13	13/24	13/40	20/80	40/88	19/49
4	С. ос. сф.	10/11	13/17	13/32	18/68	33/83	17/41
5	С. ос. сф.	10/12	16/18	13/35	21/69	36/84	19/44
6	С. к. ос.	11/16	17/27	17/54	28/89	54/89	25/55
7	Б. вн. ос.	10/12	15/20	13/50	20/84	38/97	19/53
8	С. вн. ос.	10/9	14/15	13/36	18/75	35/91	18/45
9	Е. ос.	9/9	14/16	12/35	17/83	33/89	17/46

15—60 см — в 1977 г. Учитывая, что основная масса корней древесных растений в болотных древостоях расположена в слое почвы до 30 см, такие уровни ПГВ следует считать неприемлемыми для успешного роста древесной растительности на болотах. Для увеличения производительности болотных лесов необходимо их осушение.

С этой целью в конце 1977 г. выполнена сеть мелиоративных каналов различного назначения и параметров. Осушительные каналы глубиной 0,8—1,2, шириной по дну 0,3—0,4 м, с коэффициентом откоса 0,75—1,00 и уклонами в пределах 0,003—0,01 были проложены на расстоянии 110—150 м. Мощность торфа по оси каналов колебалась от 0,6 до 1,4 м. Нагорные каналы имели параметры, близкие к параметрам осушительных каналов. И наконец, глубина транспортирующего собирателя, непосредственно впадающего в водоприемник, 1,0—1,8 м, ширина по дну 0,4 м, коэффициенты откоса от 0,75 до 1,00 и уклоны дна канала в пре-

Таблица 5

Среднемесячные уровни ПГВ на осушенных площадях в 1978 (в числителе) и в 1979 (в знаменателе) гг., см

№ пробной площади	Тип леса	Холодный период							Среднее	Вегетационный период					Среднее
		I	II	III	IV	X	XI	XII		V	VI	VII	VIII	IX	
1	Е. ос.	89	103	105	45	37	47	60	69	29	38	34	49	41	38
		63	65	45	50	50	2	—	—	22	53	53	63	52	49
2	Е. ос.-ртр.	105	114	115	63	48	60	82	84	36	51	27	71	55	48
		91	95	82	81	64	—	—	—	22	51	66	90	83	62
3	С. вн. ос.	102	112	115	63	35	52	74	78	30	41	33	53	41	40
		86	91	82	83	67	—	—	—	14	38	55	76	72	51
4	С. ос. сф.	102	112	117	47	32	46	65	74	27	41	29	44	34	36
		78	82	74	71	49	—	—	—	18	46	54	66	59	48
5	С. ос. сф.	104	115	119	50	31	47	67	76	23	38	25	41	33	32
		79	73	75	75	60	—	—	—	16	41	53	67	59	47
6	С. к. ос.	116	118	121	40	25	34	50	72	24	39	26	37	26	30
		63	69	80	76	41	—	—	—	19	47	54	59	39	44
7	Б. вн. ос.	113	121	122	64	55	57	91	91	29	38	38	73	61	48
		96	101	95	94	74	—	—	—	18	50	63	104	85	64
8	С. вн. ос.	103	113	112	53	48	66	80	82	29	44	31	61	52	43
		88	97	84	85	70	—	—	—	12	44	60	88	82	57
9	Е. ос.	105	115	115	55	46	66	85	83	27	46	31	58	48	42
		90	98	91	87	76	—	—	—	15	46	59	87	80	57
Контроль	С. ос. сф.	2	3	5	+2	4	2	2	2	+1	0	2	1	4	1
		2	2	5	5	3	—	—	—	+1	+3	+2	4	3	1

Таблица 6

Влияние одиночного осушительного канала на снижение уровня ПГВ, см (по данным 1977 г.)

Расстояние от канала, м	Месяц						Среднее
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
1	15	29	47	77	84	89	65
50	8	19	34	61	81	85	56
95	7	13	28	63	80	95	54
140	10	13	21	41	80	88	48
190	7	11	17	32	68	82	42
255	8	13	18	34	69	84	43

Таблица 7

Среднемесячные уровни ПГВ, см, на гидрологическом створе длиной 110 м

Расстояние от канала, м	Уровни ПГВ					Среднее
	V	VI	VII	VIII	IX	
1	28*/56	37/62	79/53	86/47	96/50	65/53
10	13/25	40/42	47/42	75/47	85/32	52/38
30	11/20	44/34	49/30	73/37	80/26	51/29
55	10/15	44/29	54/21	71/34	76/24	51/25
30	14/22	40/35	62/26	75/40	81/28	56/30
10	20/29	38/44	72/35	79/53	86/38	59/40
1	27/48	35/58	77/63	84/52	89/53	62/55
Контроль	3/1	2/0	6/2	4/1	5/4	4/1

* В числителе — данные за 1977 г., в знаменателе — за 1978 г.

делах от 0,008 до 0,01. Мощность торфа по оси канала колебалась от 0,6 до 2,00 м.

Выполненная осушительная сеть в первый же год работы обеспечила сброс «векового» запаса воды и привела к значительному снижению уровня ПГВ на осушенной территории (табл. 5). Двухлетние наблюдения показали, что годовой режим ПГВ имеет ту же закономерность, что и на неосушенных площадях, увеличились лишь абсолютные значения показателей уровня ПГВ. В марте 1978 и 1979 гг. они опускались до 65—122 см, а в мае поднимались на большинстве пробных площадей до 20—30 см. На контрольных пробных площадях уровни ПГВ в течение зимы составляли около 5 см, а в мае +1 см.

Положительную роль осушения особенно наглядно подтверждают данные за июнь — июль, когда происходит наиболее активный рост древостоев. В эти месяцы уровни ПГВ не поднимались выше 38 см, в то время как на контроле они составляли от 0 до + 3 см.

Важная величина в мелиоративной науке и практике — норма осушения, которая употребляется как синоним глубины почвенно-грунтовых вод. Она определяется в центре межканальной полосы путем закладки ряда скважин. Определение же нормы осушения и выявление оптимального расстояния между осушителями по действию одиночной канавы может привести к ошибочным выводам. В табл. 6 приводятся данные, характеризующие влияние одиночного канала на понижение уровня ПГВ. Приемлемое расстояние между осушителями, обеспечивающее норму осушения в течение вегетационного периода, около 190—280 м, в то время, как «Технические указания...» (1971) рекомендуют расстояние в 160—180 м.

При расстоянии между каналами 110 м (табл. 7) кривые депрессии выражены слабо и характеризуются в большинстве случаев только кривыми спада к каналам на расстоянии от них 5—10 м. На межканавной полосе уровни ПГВ имеют близкие значения. Более глубокое залегание уровней ПГВ наблюдалось в 1977 г., т. е. в первый год осушения. Уровни в центре межканавной полосы в этот год за июнь — август составляли соответственно 44; 54 и 71 см, что указывает на слишком близкое расположение каналов друг от друга. Норма осушения (20—30 см) здесь была значительно превышена.

В 1978 г. в эти же месяцы уровни ПГВ находились выше и были близки к норме осушения, хотя характер кривых депрессий был аналогичен 1977 г., что можно объяснить разной степенью увлажнения. Так, годовая сумма осадков за 1977 г. составила 609 мм, а за май — август 314 мм, что в 1,5 раза превышает среднемноголетнюю норму по данным срокам. 1978 г. был еще более влажным, чем предшествующий. Все это обусловило положение уровней ПГВ на осушенных площадях. В эти же годы уровни ПГВ на контрольных пробных площадях в течение лета были очень высоки, достигая абсолютных значений от + 1 до 6 см.

Более длительные наблюдения за уровнями ПГВ проводились на гидрологическом створе длиной 130 м (табл. 8).

Здесь уровни ПГВ в течение вегетационного периода на протяжении трех лет в центре межканавной полосы составляли в мае и июне от 13 до 36 см, июле и августе — от 35 до 69 см, в сентябре — от 41 до 76 см, т. е. уровни ПГВ были близки к норме осушения.

В жизни древостоев, произрастающих в условиях избыточного увлажнения, следует иметь ввиду чрезвычайно важный период — освобождение от воды корнеобитаемого слоя почвы к началу вегетации. От этого зависят продолжительность роста древостоев и величина ежегодного прироста.

Согласно полученным данным (табл. 9), во влажные годы сеть осушительных каналов, расположенных через 110 и 130 м, обеспечивает к началу вегетации (конец мая — начало июня)

Таблица 8

Среднемесячные уровни ПГВ, см, на гидрологическом створе длиной 130 м

Расстояние от канала, м	Месяц					Среднее
	V	VI	VII	VIII	IX	
1	49*	58	66	84	95	59
	54	61	55	56	53	56
	52	60	62	64	57	59
10	30	46	57	83	93	62
	23	44	30	48	34	36
	18	47	51	60	48	45
30	16	33	44	82	77	50
	17	34	20	43	23	27
	14	41	46	57	44	40
65	15	29	47	69	76	47
	14	28	35	44	56	36
	13	36	44	55	41	38
30	15	28	49	71	73	47
	19	33	26	36	27	28
	23	45	49	59	46	44
10	25	33	49	81	87	55
	33	42	38	46	33	38
	16	39	52	59	49	43
1	41	50	66	84	100	68
	47	57	46	61	48	52
	36	61	60	82	77	63
Контроль	3	2	6	4	5	3
	+1	0	2	1	4	1
	+1	+3	+2	4	3	0

* Верхняя строка — данные за 1977 г., средняя — за 1978 г., нижняя — за 1979 г.

Таблица 9

Уровни ПГВ в центре межканавной полосы в разные месяцы по декадам, см

Расстояние от канала, м	Май			Июнь			Июль			Август		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
55	—*	10	—	30	60	43	46	44	49	51	58	75
	13	17	15	15	26	47	14	29	32	32	35	34
	10	19	11	37	32	40	50	34	50	55	55	57
65	—	15	—	22	25	40	37	48	57	65	78	60
	12	17	14	14	23	49	12	18	25	15	12	18
	7	16	8	23	49	58	58	58	62	87	90	89

* Верхняя строка — данные за 1977 г., средняя — за 1978 г., нижняя — за 1979 г.; I — III — декады.

освобождение всего корнеобитаемого слоя почвы (22—30 см) от верховодки.

В 1978 г. из-за сильных дождей к началу вегетации каналы не обеспечили полного отвода верховодки из корнеобитаемого слоя почвы. Так, в мае и первой декаде июня уровни ПГВ в центре межканавных полос при расстоянии между каналами 110 и 130 м не опускались ниже 12—17 см. В период же наиболее интенсивного роста древостоев (май — июль) уровни ПГВ были близки к норме осушения или соответствовали ей. 1979 г. по увлажнению был средним, и уровни ПГВ в течение всего вегетационного периода соответствовали норме осушения.

Таким образом, в условиях Урала осушение лесов на низинных и переходных болотах каналами, проложенными через 130—150 м обеспечивает норму осушения и увеличивает производительность болотных древостоев.

ЛИТЕРАТУРА

Бабиков В. В. Влияние осушительной сети на уровень почвенно-грунтовых вод лесных болот.— В кн.: Влияние осушительной сети на водный режим и рост леса. Л., 1970, с. 56—64.

Вомперский С. Э. Биологические основы эффективности лесоосушения. М.: Наука, 1968. 312 с.

Вомперский С. Э., Сабо Е. Д., Формина А. С. Лесоосушительная мелиорация. М.: Лесная промышленность, 1975. 293 с.

Елпатьевский М. М., Елпатьевский М. П., Константинов В. К. Осушение и освоение заболоченных лесных земель. М.: Лесная промышленность, 1971. 214 с.

Кауричев И. С. Практикум по почвоведению. М.: Колос, 1973. 278 с.

Смоляк Л. П. Болотные леса и их мелиорация. Минск: Наука и техника, 1969. 209 с.

Технические указания по осушению лесных площадей. М.: Лесная промышленность, 1971. 214 с.

Содержание

Р. С. Зубарева, В. М. Горячев. Термический режим темнохвойных лесов Среднего Урала как лесообразующий фактор 3
Р. С. Зубарева, В. М. Горячев. Динамика влажности приземных слоев воздуха в южнотаежных ельниках Среднего Урала 17
Н. Н. Шевелев, В. Г. Турков. Роль древесного полога в формировании микроклимата горных темнохвойных лесов Среднего Урала 32
В. Г. Турков, Н. Н. Шевелев. К сравнительной характеристике местного климата водораздельного кряжа Среднего Урала 41
Н. С. Санникова. Экоклиматическая роль пожаров в сосновых лесах 49
Б. А. Миронов. Влияние экологических факторов на продуктивность и устойчивость сосняков Южного Урала 55
Е. М. Фильрозе, Г. М. Гладушко. Экологический анализ структуры лесных массивов в западных низкогорьях Южного Урала 65
А. А. Корепанов, В. И. Маковский. Режим почвенно-грунтовых вод и производительность сосновых насаждений на песчаных почвах Прикамья 85
А. С. Чиндяев. Гидрологический режим болотных лесов до и после осушения 95

УДК 630.111

Термический режим темнохвойных лесов Среднего Урала как лесообразующий фактор. Зубарева Р. С., Горячев В. М.— В кн.: Роль экологических факторов в лесообразовательном процессе на Урале. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981.

Микроклимат под пологом коренных типов южнотаежных темнохвойных лесов изучался на горно-лесном биогеоценологическом стационаре (Висимский заповедник 1973—1976 гг.). Материалы позволили дать сравнительную характеристику термики приземных слоев воздуха и корнеобитаемых горизонтов почвы под пологом шести типов леса модального топоэкологического профиля. Приведенные в работе фактические данные имеют самостоятельное значение для оценки микроклимата низкогорных темнохвойных массивов, а также познания других аспектов комплексного изучения лесных биогеоценозов.

Динамика температур в вегетационные периоды с контрастными погодными ситуациями показала существенные различия термического режима по типам леса. Исследованиями термики показано влияние микроклиматических факторов на лесообразовательные процессы в регионе.

Таблиц 5. Илл. 4. Библиогр. 13 назв.

УДК 630.111+630.11.Б

Динамика влажности приземных слоев воздуха в южнотаежных ельниках Среднего Урала. Зубарева Р. С., Горячев В. М.— В кн.: Роль экологических факторов в лесообразовательном процессе на Урале. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981.

Относительная влажность воздуха под пологом горных темнохвойных лесов Среднего Урала изучалась в вегетационные периоды 1973—1976 гг., существенно отличающиеся по количеству осадков. Систематические наблюдения в шести коренных типах леса низкогорного топоэкологического профиля (фактические данные приводятся) позволили оценить роль сезонной и суточной динамики влажностных показателей в развитии и устойчивости таежных биогеоценозов. Отмечено также значение влажности для других аспектов лесообразовательного процесса и общей водоохранной роли лесных массивов региона.

Таблиц 3. Илл. 3. Библиогр. 10 назв.

УДК 630.111

Роль древесного полога в формировании микроклимата горных темнохвойных лесов Среднего Урала. Шевелев Н. Н., Турков В. Г.— В кн.: Роль экологических факторов в лесообразовательном процессе на Урале. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981.

На основании сравнения микроклиматических режимов под пологом одного из характерных типов первобытной горной темнохвойной тайги Среднего Урала — пихто-ельника крупнопапоротникового (во всей его почвенно-растительной толще), а также на небольшой поляне и концентрированной вырубке этого типа леса показана существенная средообразующая роль древесного полога. Акцентируется внимание на положительном влиянии его микроклиматического эффекта на отдельные элементы водного баланса горно-лесных биогеоценозов и водорегулирующие функции лесного покрова в целом.

Таблиц 3. Библиогр. 7 назв.

УДК 630.111

К сравнительной характеристике местного климата водораздельного кряжа Среднего Урала. Турков В. Г., Шевелев Н. Н.— В кн.: Роль экологических факторов в лесообразовательном процессе на Урале. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981.

На основании сравнения данных по режимам тепла и увлажнения, полученных на метеостанциях Среднеуральского горнолесного стационара (округ водораздельного кряжа Среднего Урала) и метеостанциях государственной метеосети в предгорных и депрессионных округах, выявляются тенденции их изменения с увеличением высоты над уровнем моря. Приводятся расчеты вертикальных гидротермических градиентов, причем устанавливается, что при антициклональном типе погоды они носят аномальный (инверсионный) характер. Предполагается влияние характерных для этого региона температурных инверсий на местный климат водораздельного кряжа, пространственное распределение и состав его лесной растительности.

Таблиц 6. Библиогр. 5 назв.

УДК 630.111

Экоклиматическая роль пожаров в сосновых лесах. Санникова Н. С.— В кн.: Роль экологических факторов в лесообразовательном процессе на Урале. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981.

Изучены послепожарные изменения экоклимата (относительной ФАР, температуры и влажности припочвенного слоя воздуха на высоте 3—5 см) в сосняках бруснично-лишайниковом, бруснично-черничном и черничнике.

Отмечено, что в результате изреживания древостоя и травостоя в первые два года после низового пожара относительная ФАР у поверхности почвы увеличивается с 12 до 40 %. В ясную погоду в сосняках бруснично-черничном и черничнике максимальная температура припочвенного воздуха на 2—5, а среднесуточная на 1—2 °С выше над гарью, чем над гипново-моховым покровом. В сосняке бруснично-лишайниковом припочвенный воздух после пожара, напротив, охлаждается соответственно на 2—4 и 1—2 °С. В двух первых типах леса над гарью снижается, а в третьем типе повышается минимальная полуденная относительная влажность воздуха.

Илл. 3. Библиогр. 11 назв.

УДК 630.111

Влияние экологических факторов на продуктивность и устойчивость сосняков Южного Урала. Миронов Б. А.— В кн.: Роль экологических факторов в лесообразовательном процессе на Урале. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981.

На основе многолетних стационарных исследований установлено, что в изучаемом районе гидротермический режим в значительной степени определяет основные черты структурно-функциональной организации разных типов сосняков, их продуктивность, устойчивость, ритмику и особенности ростовых процессов. Выявлен и описан ряд биогеоценотических механизмов и приспособительных реакций сосны, направленных на преодоление несоответствия условий увлажнения ее биологическим потребностям.

Таблиц 1. Библиогр. 14 назв.

УДК 581.524+630.18

Экологический анализ структуры лесных массивов в западных низкогорьях Южного Урала. Фильрозе Е. М., Гладушко Г. М.— В кн.: Роль экологических факторов в лесообразовательном процессе на Урале. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981.

Статья содержит количественный анализ типологической структуры лесных массивов, принадлежащих к северной части подзоны хвойно-широколиственных и южнотаежных лесов. Дана сравнительная оценка экологическим позициям древостоев неморального и бореального комплексов, различиям в характере и уровне дигрессии их коренных насаждений в разных экотопах.

Основная роль в элиминации темнохвойных в неморальном комплексе принадлежит липе; вдвое слабее аналогичные позиции у неморальных древостоев с преобладанием березы, в 2,7 раза — дуба, в 4 — клена и почти в 5 раз — осины. В древостоях бореального комплекса дигрессия темнохвойных идет преимущественно через смену их мелколиственными; позиции липы по уровню инвазии близки к березе и осине лишь на каменистых склонах, относительно более теплых; на делювиальных шлейфах, пологих склонах с мощными дренированными почвами они втрое слабее.

В основу анализа положена генетическая классификация типов леса и данные лесоустройства. Структура лесных массивов использована для экологической индикации земель.

Илл. 5. Библиогр. 28 назв.

УДК 630.116.24

Режим почвенно-грунтовых вод и производительность сосновых насаждений на песчаных почвах Прикамья. Корепанов А. А., Маковский В. И.— В кн.: Роль экологических факторов в лесообразовательном процессе на Урале. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981.

В таежной зоне производительность сосновых насаждений на песчаных почвах зависит главным образом от глубины стояния почвенно-грунтовых вод. Для определения этой зависимости с 1963 г. ведутся наблюдения за режимом почвенно-грунтовых вод в сосняках долгомошниках, черничниках, брусничниках, мшистых, мшисто-лишайниковых и лишайниковых.

Четырнадцатилетние наблюдения позволили установить тесную зависимость производительности насаждения от уровня почвенно-грунтовых вод, который, в свою очередь, зависит от осадков вегетационного периода. Каждый тип леса имеет свои особенности режима грунтовых вод, особенно наглядно они проявляются по группам типов леса, объединяемых степенью их увлажнения. Так, сосняки долгомошники и черничники влажные характеризуются высоким стоянием уровня грунтовых вод, которые в весенний период иногда выходят на поверхность почвы. Это отрицательно отражается на их производительности. Сосняки черничники свежие и брусничники отличаются наиболее оптимальным режимом увлажнения. Они произрастают по I — II классу бонитета. Сосняки мшистые, мшисто-лишайниковые и лишайниковые влагой обеспечены недостаточно, что снижает их производительность. Для них характерно также запаздывание реакции уровня грунтовых вод на сезонные климатические изменения.

Таблиц 5. Илл. 1. Библиогр. 5 назв.

УДК 630.116.28

Гидрологический режим болотных лесов до и после осушения. Чиндяев А. С.— В кн.: Роль экологических факторов в лесообразовательном процессе на Урале. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981.

В работе излагаются результаты экспериментальных исследований основных водно-физических свойств торфов различных типов болот. Приводится гидрологический режим болотных насаждений до и после осушения. Отмечается, что осушение не нарушает годового хода динамики почвенно-грунтовых вод, однако приводит к значительному снижению их уровней. Приводятся результаты трехлетних экспериментальных круглогодичных наблюдений за уровнями почвенно-грунтовых вод на гидрологических створах. Обосновывается оптимальное расстояние между осушительными каналами на переходных и низинных болотах в условиях Урала.

Таблиц 9. Библиогр. 7 назв.

РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НА УРАЛЕ

Рекомендовано к изданию
Ученым советом
Института экологии растений и животных
и РИСО Уральского научного центра
Академии наук СССР

Редактор **И. М. Мигачева**
Обложка художника **М. Н. Гарипова**
Технический редактор **Н. Р. Рабинович**
Корректоры **И. М. Мигачева, В. С. Симакова**

РИСО УНЦ № 1096—15 (81). Сдано в набор 19.03.81. НС 19157. Подписано к печати 1.12.81. Формат 60×90¹/₁₆. Усл. печ. л. 7. Уч.-изд. л. 7,5. Тираж 600. Цена 75 коп. Заказ 176. Бумага типографская № 1.

РИСО УНЦ АН СССР Свердловск, ГСП-169,
ул. Первомайская, 91.
Типография изд-ва «Уральский рабочий»,
Свердловск, пр. Ленина, 49.