

Марийской АССР и ускорение научно-технического прогресса в гидролесомелиорации. Йошкар-Ола, 1986. С. 29-32.

Комин Г.Е. Изменение рангов деревьев по диаметру в древостое // Лесообразовательные процессы на Урале. Свердловск, 1970. Вып. 67. С.252-262.

Поздняков Л.К. Некоторые закономерности в изменении строения древостоя // Сообщ. Ин-та леса АН СССР. М., 1955. Вып.5. С.144-152.

Рубцов В.Г., Книзе А.А. Ведение хозяйства в мелиорированных лесах. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 120 с.

Третьяков Н.В. Закон единства в строении насаждений. Л.: Новая деревня, 1927. 112 с.

УДК 556.56; 631

Ю.С. Федоров

**(Российский научно-исследовательский институт
комплексного использования и охраны водных ресурсов)**

ТРАНСФОРМАЦИЯ ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЛЕСОБОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА

Определялась степень трансформации нарушенных осушением и ненарушенных лесоболотных экосистем. В качестве критерия использовалась динамика продуктивности травяно-кустарничкового яруса растительных сообществ гидроморфного ряда. Определена надежная индикаторная функция травяно-кустарничкового яруса при изучении направленности и глубины трансформации типичных фитоценозов лесоболотных экосистем в условиях Среднего Урала. Результаты исследований позволяют прогнозировать возможные антропогенные трансформации лесоболотных экосистем и различать их от естественных природно-климатических флуктуаций.

Влияние гидрологического режима на фитоценотическую составляющую лесоболотных экосистем

Широкое распространение в таежной зоне лесоболотных экосистем, разнообразие структурного и функционального состояния определяет их неоднозначную роль в системе природных ландшафтов и оказывает различное воздействие на соподчиненные системы. Еще сложнее становится ситуация при вмешательстве хозяйственной деятельности человека в

комплекс сложившихся условий при проведении осушительных лесо- и сельхозмелиораций.

Проведение осушительных мелиораций в системе частного водосбора вызывает различные по глубине трансформации экологических систем. Понижение базиса эрозии, спрямление основного водотока, уничтожение естественной растительности приводят к изменениям в биохимической ситуации на водосборе, в гидрологическом режиме и гидрохимических показателях стока.

Естественные растительные сообщества, попадающие в зону воздействия осушения, претерпевают структурно-функциональные изменения по основным своим характеристикам (видовой состав, продуктивность и др.).

Изучение влияния осушения на болотные экосистемы и прилегающие к ним суходолы проводится исследователями с разных позиций. Природное разнообразие структур и функций лесоболотных экосистем позволяет использовать различные научные дисциплины для их изучения (гидрология, гидрохимия, геология, биогеоценология, экология).

По сравнению с другими направлениями фитоценотический подход имеет меньшую долю в этих исследованиях. Методическая трудность их проведения заключается в высокой мозаичности растительного покрова, неоднозначности толкования классификационных категорий и труднодоступности объекта исследований.

Изменение гидрологического режима болотных растительных сообществ приводит к трансформации основных параметров всего фитоценоза (состав видов, их обилие и продуктивность). Затрагивает это и более глубокие механизмы образования биомассы. Замечено, что перемещение почв ингибирует деятельность фотосинтетического аппарата древесных растений. По данным И.В. Гумидовой (1962), интенсивность фотосинтеза в ельнике таволговом на 20-25% ниже, чем в ельнике черничнике на суходоле.

Исследованиями Е.В. Потаевич и др. (1977) в Карелии не обнаружено различий в интенсивности фотосинтеза на осушенном и неосушенном переходном болоте, но показано, что суммарная поверхность листьев на естественном болоте оказалась на 18 % меньше, а сумма хлорофилла и каротиноидов на осушенном болоте в 2 раза больше. В какой-то степени это позволяет говорить о меньшей продуктивности болотных сообществ, по крайней мере, в отношении древостоя.

Изучение продукционных процессов в болотных экосистемах различных регионов полно освещено в работах: по Белоруссии (Парфенов, Ким, 1971); Карелии (Потаевич, Кучко, Яковлева, 1977); по европейской части России и Западной Сибири (Вомперский, Иванов, 1978; Хмелев,

1980 и др.). На основе обобщенных данных М.С. Боч и В.В. Мазинг (1979) делают заключение, что болотные биогеоценозы по продуктивности и общей живой биомассе находятся на уровне тундровых и северо-таежных ландшафтов, уступая лесам средней полосы в 2-3 раза по этим показателям. Значительно меньше освещен вопрос о влиянии осушения на отдельные растительные сообщества, их видовой состав и продуктивность. На глубокие трансформации растительных сообществ указывает К.Ф. Хмелев (1980). Видовой состав гидрофильных видов лугово-болотных фитоценозов в Курской и Липецкой областях до и после интенсивного осушения в течение 4-6 лет заменился на гигрофитные и мезофитные виды. Сохранившиеся гидрофитные виды снизили продуктивность с 58,6 - 45,3 ц/га до 26,9 - 33,7 ц/га. Отмечено внедрение рудеральных группировок. В песках гидрофитные виды сменяются даже ксерофитными. Для лугово-болотных фитоценозов за 2 года до осушения отмечена наибольшая продуктивность от 85,6 до 115,6 ц/га для тростникового, тростниково-осокового, осокового сообществ при уровне почвенно-грунтовых вод (УПГВ) 10 - 15 см. После интенсивного осушения, через год, продуктивность их сократилась на 20-25 ц/га. На второй год после осушения при УПГВ 100 см эти доминанты полностью исчезли из состава сообществ. При этом автором отмечено, что продуктивность на смежных территориях лугово-степных сообществ также сократилась на 5 -10 ц/га. На наш взгляд, это может быть объяснено и естественными природными процессами.

Другой тип фитоценологических исследований носит теоретическую направленность и может служить базой для прогноза тренда развития растительности под влиянием возможного осушения. Это относится к исследованиям В. И. Парфенова и Г. А. Ким (1971) в Белорусском Полесье по изучению структуры растительных сообществ на наличие тех или иных эколого-индикаторных типов, на основе которых можно построить эколого-фитоценологические и генетические ряды. Хотя конкретные схем по их применению и опробыванию на практике не предлагается.

Аналогичного плана работы Л. П. Смоляка и Н. В. Елиашевич (1971) по влиянию УПГВ на видовой состав и продуктивность луговых и лугово-болотных фитоценозов, в которых определяется зависимость формирования фитоценозов от среднегодового уровня почвенно-грунтовых вод и сезонной динамики УПГВ, а различие на 10 см приводит к смене растительной формации.

Определенный блок исследований затрагивает изучение влияния осушения непосредственно на продуктивность растительных сообществ. При этом целое направление имеет лесоводческий аспект. Исследова-

ниями по влиянию осушения на радиальный и линейный приросты древостоя установлено однозначно, что снижение УПГВ приводит к улучшению лесорастительных условий в зоне избыточного увлажнения (Чиндяев, 1989; Актуальные проблемы..., 1989 и др.).

В результате таких мелиораций улучшается продуктивность древостоев на переувлажненных землях, орабатывается технология осушения, ведется подбор культур для более высокой эффективности лесомелиораций.

При рассмотрении влияния осушения как комплексной проблемы воздействия на лесные заболоченные экосистемы ряд исследователей уделяет пристальное внимание травяно-кустарничковому и моховому ярусам, компоненты которых реагируют на воздействие далеко не адекватно реакции древостоя.

В условиях Среднего Урала (Маковский, Новгородова, 1990; Федоров, Маковский, Кудреватых, 1995) подобные исследования проводятся практически только на базе Уральской лесотехнической академии на стационарах "Песчаный" и "Северный". В этих работах проводилось изучение влияния осушения на травяно-кустарничковый ярус по показателям продуктивности и ботанического состава его доминантов в разных типах болотных биогеоценозов до и после осушения.

Основной подход в рассмотренных работах сводится к сравнению состояния болотных экосистем до осушения и после осушения. На наш взгляд, этого недостаточно, так как в этом случае не учитывается естественный природно-климатический тренд. Нередко влияние ряда засушливых лет ставит под сомнение выводы о роли осушения в снижении продуктивности болотных растительных сообществ. Наоборот, дождливые периоды могут нивелировать влияние осушительных мероприятий.

Исходя из этого, нами сделана попытка учесть естественный тренд влияния природно-климатических факторов, выбрав в качестве контроля неосушенный заболоченный водосбор-аналог.

Материал и методика исследований

Для выявления особенностей фитоценотической составляющей экосистем заболоченного водосбора были выбраны бассейны-аналоги: существующий в естественном состоянии (р. Малая Липовка) и подверженный осушению (р. Большая Липовка). В пределах этих водосборов на основе геоботанических исследований (Программа и методика..., 1966) были выделены аналогичные эколого-фитоценотические ряды, включающие по мере усиления гидроморфности следующие сообщества:

- 1) сосняк разнотравно-вейниковый;
- 2) сосняк-березняк хвощево-разнотравный;
- 3) березняк дернистоосоково- пурпурнойвейниковый;
- 4) березняк дернистоосоковый;
- 5) березняк дернистоосоково-тростниковый;
- 6) осоково-тростниково-пурпурнойвейниковая вырубка на осушенном болоте.

Каждое из названных растительных сообществ характеризует определенный тип болотного микроландшафта, понимаемый нами как участок болота, однородный по растительному покрову, микрорельефу поверхности, физическим свойствам верхнего горизонта торфяной залежи и водному режиму (Типы болот..., 1974).

Исследования проводились в течение 1983-1988 гг. Продуктивность травяно-кустарничкового яруса гидроморфных сообществ определялась в конце вегетационного периода (август) по каждому микроландшафту на пробных (учетных) площадках. Количество учетных площадок составило от 6 до 12 шт. Учетные площадки размером 0,5x0,5 м (0,25 м²) закладывались случайным образом в пределах каждого растительного сообщества. Наземная живая биомасса срезалась на уровне поверхности земли, упаковывалась в матерчатые мешки, этикетировалась. Сушка до воздушно-сухого состояния, разбор на ботанический состав по группам (разнотравье, вейник лесной, хвощ лесной, вейник пурпурный, осока дернистая, тростник обыкновенный, лабазник вязолистный) проводились в лабораторных условиях, затем производился пересчет на абсолютно сухую массу.

В пределах каждого микроландшафта производился замер уровня поверхностно-грунтовых вод ежемесячно в течение вегетационного периода. Данные по среднегодовым температурам и осадкам за период исследований приводятся по материалам метеорологических ежемесячников Уральского УГМС (1983-1986, 1988).

Характеристика объектов исследования

Район исследований расположен в пределах восточного макросклона Уральских гор. В ботанико-географическом делении бассейны р. Малой и Большой Липовок относятся к Белоярскому пенеппеновому округу с преобладанием южно-таежного типа сосновых, сосново-березовых травянистых лесов на дерново-средне- и слабоподзолистых, местами торфянисто- и торфяно-глеевых почвах.

С целью выявления причин динамики продуктивности травяно-кустарничкового яруса экотопопрфили были проложены на склонах

двух малых водосборов, характеризующихся сходными морфометрическими параметрами (табл.1).

Таблица 1
Характеристика болотных экосистем - аналогов

Параметры болотной экосистемы	Осушенный водосбор реки Большая Липовка	Естественный водосбор реки Малая Липовка
Характеристика водосбора		
Площадь, км ²	27,7	24,8
Длина водотока, км	6	5
Заболоченность, %	11,1	17,2
Залесенность, %	100	100
Уклон, ‰	5,0	6,25
Характеристика болота		
Площадь, га	214	207
Площадь окраек, га	54	49
Средняя глубина торфа, м	1,48	2,64
Максимальная глубина, м	3,30	5,85
Степень разложения торфа, %	15-50	10-50
Зольность торфа, %	3,7-37,9	4,4-38,1
Тип торфа и залежи в целом	Низинный осоково-топяно-лесной	

Осушенный водосбор является бассейном р. Большой Липовки - левого притока р. Пышмы, впадающей в нее в районе Белоярского водохранилища. С целью осушения под торфодобычу болота Большого Липового в 1981 г. по руслу р. Большая Липовка был проложен осушительный канал. Древесная растительность по обе стороны канала на расстоянии 30 м была удалена. В районе проложения экотопо профиля осушительный канал имел глубину 2,5 м при глубине воды в канале до 30 см.

Естественный водосбор, выбранный нами в качестве контрольного, принадлежит к бассейну р. Малая Липовка, являющейся также притоком р. Пышмы и имеющей общее устье с р. Б. Липовкой при впадении в Белоярское водохранилище.

Хозяйственная деятельность на изучаемых водосборах осуществляется только посредством выпаса крупнорогатого скота и рубками ухода. В целом на незаболоченных участках водосборов сосновые леса пред-

ставлены березняками высокотравными (лабазниковыми, вейниковыми, осоковыми, тростниковыми) и их производными.

Сравнительная характеристика продуктивности травяно-кустарничкового яруса растительных сообществ гидроморфного ряда

Динамика продуктивности травяно-кустарничкового яруса изучаемых сообществ является достаточно интегральной характеристикой состояния данного растительного сообщества, а также его ответной реакцией на условия внешней среды (осадки, температура, динамика уровня почвенно-грунтовых вод и т. д.). Тем не менее нам удалось получить результаты, которые можно однозначно интерпретировать на данном уровне проведенных исследований (табл.2).

Таблица 2

Ежегодная продукция травяно-кустарничкового яруса растительных сообществ разных типов болотных микроландшафтов,
г/м² абсолютно сухой массы

Номер микро- ланд- шафта		1983		1984		1985		1986		1988	
		Подверженность осушению									
		Нет	Да	Нет	Да	Нет	Да	Нет	Да	Нет	Да
1	X	85,3	88,8	114,0	94,9	91,4	75,4	92,8	73,2	134,6	86,4
	m	7,6	11,7	4,5	5,0	4,5	7,4	3,4	6,1	4,1	4,7
	n	12,0	6,0	12,0	8,0	12,0	8,0	12,0	12,0	12,0	12,0
2	X	107,2	92,0	155,5	95,2	159,4	71,1	97,2	58,0	104,4	50,6
	m	15,0	5,0	12,3	19,2	5,6	9,4	3,3	4,0	8,6	2,6
	n	6,0	6,0	8,0	8,0	12,0	11,0	12,0	12,0	12,0	12,0
3	X	170,6	150,4	232,6	213,6	220,9	119,9	160,0	137,7	191,5	50,0
	m	5,3	5,3	16,8	3,7	6,0	11,2	11,8	7,8	11,0	3,3
	n	6,0	6,0	8,0	8,0	12,0	12,0	12,0	11,0	12,0	12,0
4	X	204,1	151,9	221,2	165,0	163,1	77,6	215,3	60,5	263,8	74,1
	m	21,0	13,5	9,8	4,2	6,4	3,0	8,7	6,9	12,4	4,9
	n	6,0	6,0	8,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
5	X	337,3	234,0	350,6	98,8	160,0	128,0	141,8	89,6	245,5	174
	v	17,0	9,5	24,5	5,8	11,0	8,5	6,3	5,2	14,8	2,7
	n	6,0	6,0	8,0	8,0	11,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
6	X	-	4236	-	385,9	-	293,3	-	172,4	-	264
	m	-	20,8	-	14,7	-	21,2	-	15,0	-	9,1
	n	-	6,0	-	8,0	-	8,0	-	8,0	-	8,0

Примечание. X-среднее значение; m-ошибка средней; n-объем выборки.

Сосняк разнотравно-вейниковый

Влияние осушения на растительные сообщества прилегающих суходолов всегда вызывает особенный интерес. В нашем случае можно судить о проявлении такого влияния только в 1984 -1985 гг. (на 3-4-й год осушения), так как наблюдается достоверное отличие в продуктивности трав в аналогичных сообществах (табл.3). Этот момент совпал с достаточно сухим периодом по осадкам, что, по-видимому, усилило эффект воздействия, который сохранился в последующие годы.

Продуктивность трав на суходоле оказывается значительно ниже по сравнению с продуктивностью остальных сообществ гидроморфного ряда как в сравнении по годам, так и в сумме за весь период наблюдений.

Таблица 3

Продуктивность травяно-кустарничкового яруса гидроморфных сообществ, г/м² абсолютно сухого веса

Вид воздействия	Продуктивность	Номера микроландшафтов в гидроморфном ряду					
		1	2	3	4	5	6
Естественный водосбор	Общая за 5 лет	521,2	633,7	975,6	1067,5	1235,2	-
	Среднегодовая за 5 лет	104,2	124,7	195,1	213,5	247,0	-
Осушенный водосбор	Общая за 5 лет	412,3	366,9	664,0	529,1	725,2	1539,3
	Среднегодовая за 5 лет	82,4	73,4	132,9	105,8	145,0	307,8

Сосняк-березняк хвощево-разнотравный

Переходная полоса (континум) от суходола к болоту характеризуется естественной природной динамичностью. Неустойчивый гидрологический режим в этом типе микроландшафта ставит существование мезофитных и гигрофитных видов в экстремальные условия, поэтому здесь сообщества формируют виды с широкой степенью толерантности к колебаниям водного режима. Тем не менее продуктивность трав в этом типе микроландшафта выше, чем на суходоле при отсутствии осушения. В пределах осушаемого водосбора влияние осушения проявляется уже на 3-й год.

Березняк осоково-пурпурновейниковый

Данное сообщество характеризуется довольно высоким уровнем стояния почвенно-грунтовых вод, меньшими колебаниями гидрологического режима вследствие притока поверхностных и разгрузки подземных вод. Влияние осушения на этот микроландшафт в меньшей мере отразилось на травяно-кустарничковом ярусе, продуктивность травянистой компоненты которого оказывается наиболее высокой среди сообществ осушаемого ряда с нетронутой растительностью.

Березняк дернистоосоковый

Характеризуется большей продуктивностью, чем предыдущие сообщества гидроморфного ряда. Воздействие снижения УПГВ в условиях осушения проявилось в значительном снижении продуктивности. Доминирующим видом в этом микроландшафте является осока дернистая - наиболее толерантный к переувлажнению вид, образующий кочки, что позволяет переносить высокие уровни стояния вод на болоте в период весеннего половодья и осенних паводков. Воздействие осушения визуально проявилось в обыхании осоковых кочек.

Березняк осоково-пурпурновейниково-тростниковый

Доминанты травянистого яруса этого сообщества составляют триаду индикаторов основных экотопов низинных болот. Продуктивность травостоя естественных сообществ в этом типе микроландшафта в нашем случае оказывается наибольшей как в ежегодном, так и в многолетнем разрезе.

Их приуроченность к тем или иным участкам болотной экосистемы определяется не только условиями водного режима, но и элементами минерального питания, поэтому они чувствительны также и к повышению почвенного плодородия. Это особенно заметно в зоне воздействия осушения, где условия данного микроландшафта определяются дренирующим влиянием осушительного канала. Причем участие осоки дернистой снижается, но за счет тростника и вейника пурпурного продуктивность сообщества возрастает. Продолжение данного процесса отчетливо проявляется на вырубке.

Осоково - тростниково-пурпурновейниковая вырубка

Данный микроландшафт наиболее сильно трансформирован вследствие вырубки березового древостоя и наибольшей близости к осушительному каналу. В первые годы после строительства канала и сведения древесной растительности зафиксирован "взрыв" продуктивности типичных болотных видов: тростника, вейника, осоки до 423,5 г/м². В последующие годы наблюдается заметное снижение продуктивности трав.

Для изучения естественного изменения продуктивности растительных сообществ и исключения влияния климатических факторов нами

рассматриваются среднегодовые температуры воздуха и годовое количество осадков за период исследований.

Как и ожидалось, существует отрицательная корреляционная связь между температурой и осадками - большему среднегодовому количеству осадков соответствуют относительно низкие температуры воздуха. Аномальным получается 1983 г., когда по среднегодовым метеорологическим условиям год выдался относительно теплым и сырым (табл.4).

Таблица 4

Метеорологические условия периода исследований

Год	1983	1984	1985	1986	1988
Годовое количество осадков, мм	660	714	460	620	401
Среднегодовая температура, °С	3,1	0,6	1,0	0,6	2,9

Выводы

Исследования болотных экосистем на водосборах-аналогах (осушаемом и не затронутом осушением) посредством определения продуктивности травяно-кустарничкового яруса растительных сообществ в разных типах микроландшафтов показали достаточно закономерную картину их функционирования.

1. Травяно-кустарничковый ярус гидроморфных сообществ является чутким индикатором изменения гидрологического режима как болотных растительных сообществ, так и прилегающих к ним суходолов.

2. Среди изученных микроландшафтов гидроморфного ряда наибольшей продуктивностью травянистой компоненты выделяется березняк дернистоосоково - пурпурновейниково - тростниковый.

3. Чувствительность гидроморфных сообществ болотных экосистем к изменению гидрологических условий их обитания проявляется уже на второй год, а сообществ прилегающих суходолов - на 3 - 4-й годы после проведения осушительных работ.

4. Направленность и глубина трансформации фитоценозов болотных экосистем зависит от метеорологических условий (осадки, температура) как текущего, так и предшествующего года.

ЛИТЕРАТУРА

Актуальные проблемы осушения лесов на Среднем Урале// Информ. материалы совещ. 2-4 авг.1987 г. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. 193 с.

- Боч М.С., Мазинг В.В. Экосистемы болот СССР. Л.: Наука, 1979. 188с.
- Вомперский С.Э., Иванов К.Е. Вертикально-фракционная структура и первичная продуктивность сосняков болотного ряда // Лесоведение. 1978. №6. С.13 - 24.
- Гумидова И.В. Фотосинтез и транспирация у ели в различных экологических условиях // Тр. Ин-та леса и древесины АН СССР. Свердловск, 1962. Т.53. С.97-102.
- Маковский В.И., Новгородова Г.Г. Наземная фитомасса травяно-кустарничкового яруса // Лесозоологические и палинологические исследования болот на Среднем Урале. Свердловск.: УрО АН СССР, 1990. С. 28-32.
- Парфенов В.И., Ким Г.А. Травянистая растительность поймы р.Лани и ее возможное изменение под влиянием осушения // Фитоценологические исследования в Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1971. С.3-25.
- Потаевич Е.В., Кучко Л.А., Яковлева В.И. К физиологии березы пушистой на осушенном и неосушенном болоте // Стационарное изучение болот и заболоченных лесов в связи с мелиорацией. Петрозаводск: Карелия, 1977. С.33-55.
- Программа и методика биогеоценотических исследований. М.: Наука, 1966. 233 с.
- Смоляк Л.П., Елиашевич Н.В. Влияние водного режима на состав и продуктивность заболоченных лугов // Фитоценологические исследования в Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1971. С. 59-66.
- Типы болот и принципы их классификации. Л.:Наука, 1974. 173 с.
- Чиндяев А.С. Особенности трансформации компонентов лесоболотных биогеоценозов под влиянием осушения (на примере Среднего Урала): Автореф. дис.... д-ра биол. наук. Свердловск, 1989. 46 с.
- Федоров Ю.С., Маковский В.И., Кудреватых В.Н. Влияние осушения на продуктивность травяно-кустарничкового яруса олиготрофного болота // Актуальные проблемы республики Татарстан: Тез. докл. 2-й респ. науч. конф. Казань, 1995. С. 87.
- Хмелев К.Ф. Закономерности развития болот во взаимодействии с окружающей средой (на примере центра европейской части СССР) // Значение болот в биосфере. Экологические аспекты. М: Наука, 1980. С. 133-147.