

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛЕСНЫХ ГЕОСИСТЕМ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД (НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БЕЛОРУССИИ)

В статье приведены результаты изучения влияния снижения уровня грунтовых вод на состав и структуру растительного компонента лесного ландшафта, его экологические режимы с целью выявления индикаторов его мелиоративной трансформации. Установлено, что наиболее достоверными индикаторами являются плотность и видовой состав подроста и подлеска, видовой состав напочвенного покрова, представленность в геосистеме диагностических видов различных классов растительности.

Осушительно-мелиоративная трансформация природных ландшафтов является одним из наиболее масштабных антропогенных воздействий на природную среду в Белорусском Полесье. Осушение заболоченных земель может вызывать множество негативных процессов, к числу которых относятся усиление ветровой и водной эрозии, обмеление и высыхание озер и водоемов, сработка торфяного слоя, изменение микроклимата и местного климата, трансформация растительности и т.д. [2]. Антропогенное воздействие на геосистемы ведёт к смене коренной геосистемы серией её производных модификаций, характеристики каждой из которых отражают уровень антропогенного воздействия на них и их экологическое состояние.

Одной из основных задач изучения воздействия мелиорации на природную среду является разработка методов прогнозирования трансформации ландшафтно-мелиоративных комплексов под влиянием водно-земельных мелиораций, основанных на изучении реакции ландшафтов на мелиоративное воздействие и выделение геосистем, сходных по такой реакции [1]. Изучение и прогноз трансформации растительности является достаточно важным, т.к. она является наиболее физиономичным компонентом ландшафта, что обуславливает возможность использования ее характеристик для индикации состояния других его компонентов и всего ландшафта в целом.

Целью исследований было изучение воздействия осушительной мелиорации на состав и структуру лесных геосистем в восточной части Белорусского Полесья и выявление индикаторов, характеризующих уровень их трансформации. Объектом исследований являлись черноольховые леса Белорусского Полесья и их антропогенные (осушительно-мелиоративные) модификации. Ненарушенные экосистемы представлены черноольшаниками осоковыми. Антропогенные модификации, образующиеся при осушении, – черноольшаниками крапивными и черноольшаниками малиновыми. Объекты исследования располагались в Гомельском районе, к югу от г. Гомеля. В системе ландшафтного районирования Белоруссии данная территория находится в пределах аллювиально-террасированного ландшафта (терраса р. Сож, левого притока Днепра) Днепровско-Сожского ландшафтного района плосковолнистых аллювиальных террасированных и плоскогрядистых пойменных ландшафтов с сосновыми, дубовыми, коренными мелколиственными лесами на болотах, лугами Полесской ландшафтной провинции [3]. Изученные массивы черноольховых лесов приурочены к субдоминантным урочищам ложбин стока с озеровидным расширением и плоским дном.

Для выполнения работы применялся метод ландшафтно-генетических рядов, представляющих собой ряды геосистем, расположенных в пространстве в той же последовательности, в какой сменяют друг друга во времени под воздействием определенного фактора. По градиенту воздействия осушительной мелиорации (определяемому через расстояние от инженерно-мелиоративных систем и уровень грунтовых вод) было выделено и описано три группы участков, испытывающих различное по интенсивности влияние осушения. Полевые работы проводились по стандартным методикам [5]. Применялся метод пробных площадей, в пределах которых выполнялось описание древесного яруса (определялась плотность, видовой состав, сомкнутость, доля сухостоя), подроста и подлеска (путем сплошного пересчета или на площадках в пределах пробной площади, определялась плотность, видовой состав и доля сухостоя), напочвенного покрова (определялось проективное покрытие по шкале Ж. Браун-Бланке

в модификации Б.М. Миркина [4], видовой состав).

Экологические режимы геосистем определялись по шкалам Д.Н. Цыганова [6] (Rc, Tr, Nt, Hd, fH, Lc), X. Эллэнберга [8] (R, N) и Е. Ландольта [9] (Hu, Ds).

В нормальном состоянии (расстояние от мелиоративного канала 4-5 км, уровень грунтовых вод до 0,1 м) геосистемы (черноольшаник осоковый) характеризуются следующими особенностями. Древесный ярус состоит из *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. и *Betula pubescens* Ehrh. Плотность первого подъяруса 420 шт./га, состав 10Ол(ч)+Б(п), второго – 520 шт./га, состав 8Ол(ч)2Б(п). Сомкнутость крон 0,6 балла. Данное сообщество характеризуется хорошо развитым подростом (средняя высота 3-4 м), также состоящим из *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. (58%) и *Betula pubescens* Ehrh. (42%), и подлеском, в составе которого преобладают *Frangula alnus* Mill. (68%), *Ribes nigrum* L. (16%) и *Salix cinerea* L. (11%), также единично отмечены *Salix pentandra* L., *Sorbus aucuparia* L. и *Corylus avellana* L.

Травяной покров отличается высоким разнообразием и видовым богатством. Проективное покрытие 95-100%. Преобладают *Iris pseudacorus* L., *Carex pseudocyperus* L., *C. vesicaria* L., *Comarum palustre* L., *Thelypteris palustris* Schott, *Calla palustris* L., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth – средний балл покрытия для этих видов равен 2-3. Покрытие 1 балл имеют *Menyanthes trifoliata* L., *Stachys palustris* L., *Cicuta virosa* L., *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Lemna trisulca* L., *Equisetum heleocharis* Ehrh., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Galium palustre* L., *Lycopus europaeus* L., *Lysimachia vulgaris* L., *Scutellaria galericulata* L., *Athyrium filix-femina* (L.) Roth. Единично представлены *Solanum dulcamara* L., *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod., *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P. Fuchs, *Rumex confertus* Willd., *Alisma plantago-aquatica* L., *Epilobium palustre* L. и другие виды. Всего в флоре фоновой геосистемы отмечено 44 вида, 40 родов и 31 семейство высших растений. Наибольшую представленность имеют семейства *Apiaceae* Lindl., *Cyperaceae* Juss., *Lamiaceae* Lindl., *Rosaceae* Juss. Биологический спектр жизненных форм (по Раункьеру) флоры характеризуется преобладанием гемикриптофитов (49%), доля криптофитов и фанерофитов составляет по 19%, доля хамефитов 8%, терофитов 5%.

Снижение уровня грунтовых вод, обусловленное влиянием мелиоративного канала, привело к значительным изменениям в геосистеме и вызвало смену фоновой растительности производными фитоценозами (табл. 1). Изменение природных комплексов в данном случае можно считать как смещение их по ландшафтно-генетическому ряду в сторону усиления автоморфности (Аношко и др., 1985). Модификация черноольшаника малинового, сформировавшаяся на расстоянии 800-1000 м от мелиоративного канала, УГВ = 1,3-1,5 м, характеризуется выпадением из состава фитоценоза стенобионтных видов, приспособленных к существованию в условиях значительного увлажнения. В древесном ярусе и подросте практически исчезла *Betula pubescens* Ehrh. Подрост полностью состоит из *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., плотность которой снизилась в 7,6 раза. Из подлеска выпали характерные для фоновой геосистемы *Ribes nigrum* L. и виды рода *Salix* L., появляется *Rubus idaeus* L., которая становится преобладающим видом (83,8%). В небольших количествах присутствуют *Sambucus racemosa* L., *Sorbus aucuparia* L., *Frangula alnus* Mill. В напочвенном ярусе также происходит заметное изменение видового состава, сопровождающееся некоторым уменьшением разнообразия и видового богатства. Преобладает *Urtica dioica* L. (покрытие 4-5 баллов). Покрытие *Impatiens noli-tangere* L., *Caltha palustris* L., *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv. составляет 2-3 балла. В меньшем обилии (1 балл) представлены *Poa palustris* L., *Carex brunnescens* (Pers.) Poir. in Lam., *Geum urbanum* L. и *G. rivale* L., *Scutellaria galericulata* L., *Lysimachia vulgaris* L. и другие виды. В незначительных количествах присутствуют *Calla palustris* L., *Erodium cicutarium* (L.) L'Her., *Juncus effusus* L., *Carex nigra* (L.) Reichard и *C. pseudocyperus* L. и т.д. Кроме того, на данной стадии отмечено высокое обилие *Humulus lupulus* L.

Таблица 1.

Основные характеристики антропогенных модификаций лесных геосистем

Показатель	Модификация		
	Черноольшаник осоковый	Черноольшаник крапивный	Черноольшаник малиновый
Древесный ярус			
Сомкнутость крон, баллы	0,64±0,04	0,68±0,04	0,4±0,04
Сухостой, %	4,3±3,3	11,1±2,5	28,2±4,8
Поврежденность, баллы	1,3±0,1	2,0±0,2	3,7±0,4
Подрост и естественное возобновление			
Плотность подроста, шт./га	1320±400	100±55	100±31

Плотность подлеска, шт./га	1840±454	600±270	14100±6215
Разнообразие (индекс Шеннона)	1,31±0,10	0,81±0,07	0,66±0,16
Видовое богатство (число видов/100 м ²)	5,2±0,2	4,4±0,5	5,8±0,6
Сухостой, %	10±5	30±7	0
Напочвенный покров			
Проективное покрытие, %	97±1,2	97±1,2	55±2,5
Видовое богатство (число видов/100 м ²)	21,1±0,8	18,8±0,7	8,6±0,9
Разнообразие (индекс Шеннона)	2,74±0,07	2,57±0,05	1,65±0,18

В условиях ещё более низкого уровня грунтовых вод (более 2 м, расстояние от мелиоративных сооружений до 100 м) наблюдается формирование черноольшаника малинового. Это сообщество характеризуется деградацией ольхового древостоя, значительную часть его занимают усохшие деревья. В состав естественного возобновления внедряются виды, характерные для смешанных лесов, – *Acer platanoides* L., *Ulmus glabra* Huds., *Betula pendula* Roth. Возобновление *Alnus glutinosa* снизилось по сравнению с фоновой геосистемой в 38 раз и осталось в незначительном количестве. В подлеске отмечено сильное разрастание *Rubus idaeus* L. (плотность которой достигает 35 тысяч шт./га и которая в среднем составляет 88,6% всего подлеска), что характерно для восстановительных сукцессий в смешанных лесах. Также в его составе присутствуют *Sorbus aucuparia* L., *Frangula alnus* Mill и *Sambucus racemosa* L.

Значительное развитие подлесочного яруса (покрытие - 70-90%) обусловило уменьшение проективного покрытия напочвенного покрова (до 55%). Заметно ниже также показатели его разнообразия: видовое богатство уменьшилось в 2,5 раза, а индекс Шеннона – в 1,7 раза по сравнению с фоновыми сообществами. Большую часть напочвенного покрова составляют *Lysimachia vulgaris* L., *Impatiens noli-tangere* L., *Urtica dioica* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Oxalis acetosella* L., *Milium effusum* L. (1-2 балла). Также присутствуют *Trientalis europaea* L., *Equisetum sylvaticum* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, *Scutellaria galericulata* L., *Glechoma hederacea* L. и др.

Таблица 2.

Фитоиндикаторы осушительной трансформации лесных геосистем

Показатель	Модификации		
	Черноольшаник осоковый	Черноольшаник крапивный	Черноольшаник малиновый
Фитосоциологический спектр			
<i>Alnetea glutinosae</i>	41,1±3,2	26,1±2,5	15,3±2,6
<i>Galio-Urticetea</i>	8,0±1,1	15,4±2,1	22,2±3,6
<i>Querc-Fagetea</i>	3,0±2,5	6,0±2,3	12,2±1,9
<i>Epilobietea angustifolii</i>	0,7±0,5	5,3±1,9	10,1±2,5
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	5,4±1,8	10,4±1,1	7,1±3,6
<i>Vaccinio-Piceetea</i>	0,0	0,0	8,6±4,2
<i>Stellarietea media</i>	0,0	0,9±0,9	5,1±1,1
Биологический спектр жизненных форм (по Раункиеру)			
Терофиты и гемитерофиты	5,3±1,1	6,2±1,2	12,2±3,5
Криптофиты	19,2±1,2	11,5±1,6	10,0±1,2
Хамефиты	7,7±3,7	5,3±2,8	8,3±2,3
Фанерофиты	18,8±1,0	12,6±1,4	33,4±3,3
Гемикриптофиты	49,0±2,1	63,3±2,2	36,2±1,2
Синантропные виды	2,8±0,6	10,5±1,1	16,3±3,7
Адвентивные виды	2,8±0,6	7,0±1,1	13,5±2,4
Экологические режимы			
Кислотно-щелочные условия почв (R)	5,42±0,08	5,91±0,16	4,59±0,16
Азотное богатство (N)	5,13±0,09	5,03±0,19	4,28±0,29
Содержание гумуса (Hu)	2,95±0,02	3,48±0,06	3,51±0,04

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Гранулированность (Ds)	4,77±0,01	4,29±0,02	3,96±0,03
Кислотно-щелочные условия почв (Rc)	6,56±0,05	6,72±0,06	6,31±0,07
Содержание солей (Tr)	6,43±0,06	6,50±0,04	6,04±0,06
Содержание азота (Nt)	5,38±0,08	6,03±0,09	6,33±0,13
Влажность (Hd)	15,69±0,10	15,13±0,08	13,80±0,17
Переменность увлажнения (fH)	4,81±0,11	5,13±0,07	5,35±0,14
Затененность (Lc)	3,99±0,03	4,12±0,03	4,75±0,04

Основные закономерности мелиоративной трансформации лесных геосистем:

1. Снижение показателей видового разнообразия напочвенного покрова и древесно-кустарниковой растительности, увеличение доли сухостоя и поврежденности деревьев, деградация подроста уже в черноольшанике крапивном, разрастание малины в черноольшанике малиновом.

2. Изменение соотношения в составе растительных сообществ диагностических видов различных классов растительности (классификации Браун-Бланке [7], названия синтаксонов приведены по [10]), которое является индикатором уровня нарушенности ландшафта. Так, фоновая модификация характеризуется значительной долей видов класса *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et Tx. Ex Westhoff et al. 1946 (низинные эвтрофные черноольховые, пушистоберезовые заболоченные леса и заросли ивовых кустарников на торфянистой почве) (табл. 2). С усилением нагрузки доля видов этого класса уменьшается. В сообществах черноольшаника крапивного увеличивается присутствие других классов, особенно *Galio-Urticetea* Passage 1967 (естественные и антропогенные нитрофильные сообщества затененных мест и опушек) и *Molinio-Arthenatheretea* R.Tx. 1937 em. R.Tx. 1970 (луговая растительность). С увеличением уровня трансформации увеличивается также доля видов классов *Quercu-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieg. 1937 (широколиственные леса) и *Epilobietea angustifolii* R.Tx. et Prsg. In R.Tx. 1950 (растительность вырубок и гарей). В наиболее нарушенной модификации наибольшим показателем представленности обладают виды класса *Galio-Urticetea*, в сообщество на данной стадии также внедряются виды класса *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl., Siss. et Vlieger 1939 (бореальные хвойные леса) и *Stellarietea mediae* R.Tx., Lohm. et Prsg 1950 (сообщества сорных однолетников).

3. Изменение в спектре жизненных форм проявляется в увеличении доли терофитов и снижении доли криптофитов (причем если в фоновой фации среди криптофитов преобладали гидрофиты, то в наиболее трансформированной – геофиты). Доля фанерофитов сначала снижается, а в черноольшанике малиновом – повышается.

4. Главными показателями изменения экологических режимов мелиорированных ландшафтов будут являться увеличение содержания гумуса, уменьшение гранулированности, торфности, влажности, увеличение переменности увлажнения и уровня затененности.

Характеристики описанных сообществ можно рассматривать как индикаторы мелиоративной трансформации лесного ландшафта. Они могут применяться для определения уровня трансформации и прогнозирования дальнейших изменений растительности и всего ландшафта в целом.

Литература

1. Аношко В.С., Трофимов А.Н., Широков В.М. Основы географического прогнозирования. – Мн.: Вышэйшая школа, 1985. – 239 с.
2. Киселев В.Н. Белорусское Полесье: экологические проблемы мелиоративного освоения. – Мн.: Наука и техника, 1987. – 151 с.
3. Ландшафты Белоруссии / Под ред. Г.И. Маршинкевич, Н.К. Клишуневой. – Мн.: Университетское, 1989. – 239 с.
4. Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. – М.: Наука, 1989. – 223 с.
5. Программа и методика биогеоценологических исследований. – М.: Наука, 1974. – 403 с.
6. Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 196 с.
7. Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie / J. Braun-Blanquet. Wien; N.Y.: Springer-Verlag, 1964, 865 s.
8. Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas / H. Ellenberg. Gottingen: Goltze. 1974, 97 s.

9. Landolt E. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora / E. Landolt // Veröff. Geobot. Inst. ETH. Zurich. 1977. H. 64. -S. 1-208.

10. Matuszkiewicz W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. – Warszawa: PWN, 2001. – 321 s.