

## ПИРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛЕСНЫХ ГЕОСИСТЕМ И ЕЕ ИНДИКАТОРЫ

Лесные пожары – важный фактор динамики современных лесных ландшафтов. В значительной степени пирогенному воздействию подвергаются леса, находящиеся в условиях интенсивного антропогенного использования, прежде всего, рекреации.

В результате воздействия пирогенного фактора в процессе пожаров происходят существенные изменения во всех компонентах лесных геосистем, вследствие чего на их месте появляются производные пирогенные модификации. В результате выгорания опада и лесной подстилки происходит минерализация почвы, что, с одной стороны, способствует появлению массовых всходов древесных пород, а с другой – приводит к резкому повышению температуры и возрастанию сухости почв, а на склонах дюн – к развитию эрозии почв [1]; происходят существенные изменения в содержании элементов минерального питания в почве [2]. Повреждается и усыхает древостой, уничтожается естественное возобновление и подлесок, значительные изменения происходят в напочвенном покрове и составе микроорганизмов. Вместе с тем интенсивные низовые пожары могут благоприятно влиять на состояние соснового возобновления, численность которого резко повышается [3–4].

*Цель работы* – изучение пирогенной трансформации лесных геосистем, обусловленной низовыми пожарами, и выявление элементов растительного покрова, которые наиболее отчетливо отражают происходящие изменения и могут выступать индикаторами нарушений.

Изучение пирогенной трансформации лесных геосистем выполнялось в пригородных лесах города Гомеля. Объекты исследований находились в Днепровско-Сожском ландшафтном районе Могилевской периферии в пределах аллювиального террасированного плоско-волнистого ландшафта. Изучались фации ненарушенных лесов – сосняк мшистый и сосняк орляковый, а также их пирогенные модификации, находящиеся на начальной стадии восстановительных сукцессий (исследования проводились в год пожара). Применялся метод пробных площадей. Определялись плотность и видовой состав древостоя, подроста и подлеска, степень усыхания древостоя, проективное покрытие напочвенного покрова и отдельных видов. Синтак-

сономический анализ выполнялся по [5]. Изучение изменения экологических условий осуществлялось с помощью фитоиндикационных шкал Д.Н. Цыганова [6], Х. Элленберга [7] и Э. Ландольта [8].

Ненарушенные сообщества сосняка мшистого характеризуется развитым монодоминантным древесным ярусом. В подросте доминирует *Quercus robur* L. (91%), в подлеске – *Frangula alnus* Mill. и *Sorbus aucuparia* L. В напочвенном покрове преобладают зеленые мхи: *Pleurozium schreberi* (Willd.) Mitt. и *Dicranum* sp. Значительную долю в покрытии составляют *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Melampyrum silvaticum* L. Также присутствуют в небольших количествах *Festuca ovina* L., *Chamaecytisus rothenicus* (Fisch. ex Vorosch.) Klask., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn., *Calluna vulgaris* (L.) Hull.

Пирогенная модификация характеризуется снижением доли *Quercus robur* L. в составе естественного возобновления (до 35%) и значительной долей *Betula pendula* Roth. (21,8) и *Populus tremula* L. (40%). В подлеске преобладает *Rubus idaeus* L. (54%), доля *Sorbus aucuparia* L. 15%, *Frangula alnus* Mill. – 14%. В напочвенном покрове преобладают *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Coryza canadensis* (L.) Cronqist и *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. Также встречаются *Rumex acetosella* L., *Galeopsis ladanum* L., *Solidago virga-aurea* L., *Festuca ovina* L. и *Crepis tectorum* L. Встречаемость и проективное покрытие других видов незначительно.

Дигрессионные изменения в сосняке орляковом сходны с рассмотренными изменениями сосняка мшистого. Для фоновой геосистемы характерно высокое разнообразие подроста и подлеска. В подлеске также доминируют *Frangula alnus* Mill. и *Sorbus aucuparia* L. В напочвенном покрове присутствуют типично лесные виды – *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn., *Pyrola rotundifolia* L., *Vaccinium myrtillus* L., *V. vitis-idaea* L., *Trientalis europaea* L., *Convallaria majalis* L., *Oxalis acetosella* L., *Majanthemum bifolium* (L.) Fr. Schmidt и др.

В пирогенной модификации естественное возобновление состоит из *Betula pendula* Roth (83%), *Populus tremula* L. (16%) и *Quercus robur* L. (1%), подлесок – из *Frangula alnus* Mill. (61%) и *Rubus idaeus* L. (39%). В напочвенном покрове преобладают синантропные виды – *Coryza canadensis* (L.) Cronqist, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. и *Galeopsis ladanum* L.

**Таблица 1 – Изменение основных показателей растительного покрова при пирогенном воздействии на лесные геосистемы**

Показатель	См	ПМСм	Сор	ПМСор
Сухостой в древесном ярусе, %	0	24,5	1,5	22,2
Численность естественного возобновления древесных и кустарниковых видов, шт./га	8800	1250	9340	3780
Сухостой в подросте и подлеске, %	0	79,0	0	56,6
Спектр жизненных форм, % от общего числа видов				
Терофиты	0	8,6	0	19,2
Гемитерофиты	4,0	5,7	0	0
Геофиты	8,0	20,0	24,3	19,2
Хамефиты	8,0	2,9	2,7	0
Гемикриптофиты	32,0	42,8	35,1	42,4
Фанерофиты	44,0	20,0	37,8	19,2
Фитосоциологический спектр, % от общего числа видов				
Vaccinio-Piceetea Br.-Bl. in Br.-Bl., Siss. et Vlieg. 1939	44,0	5,7	27,0	11,5
Quercu-Fagetea Br.-Bl. et Vlieg. 1937 em Klika 1939	12,0	5,7	43,2	11,5
Sedo-Scleranthetea Br.-Bl. 1955 em Mull. 1961	8,0	11,4	0	3,8
Epilobietea angustifolii R.Tx. et Prsg. in R.Tx. 1950	4,0	22,9	8,1	23,1
Stellarietea media (Br.-Bl. 1931) Tx., Lohmeyer et Preising in Tx. 1950 em Huppe et Hofmeister 1990	0	11,4	0	23,1
Artemisietea vulgaris Lohm., Prsg. et R.Tx. in R.Tx. 1950 em Kopecky in Hejny et al. 1979	0	11,4	0	0
Molinio-Arrhenatheretea R.Tx. 1937 em. R.Tx. 1970	0	11,4	0	19,2
Синантропизация, %	4,0	45,7	8,1	46,2
Адвентизация, %	0	8,6	0	7,7
Примечание. См – сосняк мшистый; ПМСм – пирогенная модификация сосняка мшистого; Сор – сосняк орляковый; ПМСор – пирогенная модификация сосняка орлякового.				

Диагностировать уровень трансформации лесных геосистем могут также такие характеристики растительного сообщества, как биологический спектр жизненных форм, фитосоциологический спектр (соотношение диагностических видов классов растительности), а также онтогенетические спектры популяций доминирующих деревьев. Изменения основных показателей растительного покрова показаны в таблице 1. Так, после низового пожара наблюдается существенное снижение (в 3–7 раз) численности естественного возобновления древесных и кустарниковых видов, усыхание части древостоя (более 20%), подроста деревьев (более 50%). Изменяется спектр жизненных форм: в пирогенных модификациях снижается доля фанерофитов (в 2 раза) и хамефитов, обладающих наименее защищенными от действия огня органами возобновления. В то же время, повышается доля гемикриптофитов (до 40 и более%) и терофитов (до 10–20%). Происходит трансформация фитосоциологического спектра: на смену диагностическим видам классов лесной растительности Vaccinio-Piceetea и Quercu-Fagetea, доминировавшим в ненарушенных сообществах (составляют более 50% от всех видов), в пирогенных модификациях внедряются виды классов синантропной растительности, в особенности виды класса гарей и вырубков – Epilobietea angustifolii (более 20% всех видов во флоре пирогенных модификаций). Существенно возрастает доля луговых видов (классы

Molinio-Arrhenatheretea и Sedo-Scleranthetea). Следует также отметить изменения в популяциях деревьев-эдикаторов. Из состава древесного яруса и подроста полностью выпадают такие виды, как *Carpinus betulus* L. и *Acer platanoides* L., а онтогенетические спектры *Quercus robur* L., *Betula pendula* Roth. и *Populus tremula* L. меняются в сторону выпадения особей старших возрастных групп, практически все особи этих видов являются ювенильными.

Применение фитоиндикационных шкал для изучения экологических условий в фоновых и модифицированных геосистемах (таблица 2) показало, что последствиями пожаров в сосновых лесах являются достоверное уменьшение влажности, содержания гумуса и гранулированности, существенно возрастают кислотность, азотное богатство, солевое богатство, освещенности. Следствием разрушения лесной подстилки служит достоверное возрастание в пирогенных модификациях переменности увлажнения почв. Видно также, что амплитуда изменения экологических условий после пожара в сосняках мшистых выше, чем в сосняках орляковых. Так, в сосняках орляковых не наблюдается достоверных изменений кислотности и солевого богатства почв.

Результаты исследований позволяют определить направление изменений характеристик различных компонентов трансформированных низовыми пожарами геосистем и индцировать их экологическое состояние.



Таблица 2 – Изменение экологических условий при пирогенном воздействии

Шкала	См	ПМСм	Сор	ПМСор
Влажность почв по Цыганову (Hd)	12,70±0,08*	11,70±0,12	13,08±0,06	12,08±0,13
Кислотность почв по Цыганову (Rc)	5,25±0,07	6,20±0,08	6,08±0,09	6,10±0,18
Кислотность почв по Элленбергу (R)	3,54±0,11	4,30±0,15	4,40±0,11	4,20±0,20
Азотное богатство по Цыганову (Nt)	4,25±0,07	5,50±0,14	5,10±0,06	5,85±0,11
Азотное богатство по Элленбергу (N)	2,91±0,10	4,81±0,21	4,24±0,10	5,45±0,16
Содержание гумуса по Ландольту (Hu)	3,74±0,06	2,97±0,05	3,78±0,03	3,12±0,03
Гранулированность почв по Ландольту (Ds)	3,92±0,04	3,52±0,05	3,82±0,02	3,66±0,07
Содержание солей в почвах по Цыганову (Tr)	4,98±0,04	6,00±0,14	5,54±0,06	5,95±0,16
Переменность увлажнения по Цыганову (fH)	4,29±0,10	5,50±0,14	4,54±0,05	5,37±0,17
Освещенность/затененность по Цыганову (Lc)	4,53±0,06	3,50±0,06	4,96±0,04	3,60±0,15

Примечание. Среднее арифметическое значение балловой оценки по шкале и его ошибка.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Валетов, В.В., Углянец, А.В., Алексеев, О.В. Лесовозобновление в сосновых лесах Лельчицкой водно-ледниковой равнины под влиянием пирогенного фактора / В.В. Валетов, А.В. Углянец, О.В. Алексеев // Лесоведение и лесоводство. Гомель, 2005. Вып. 64. – С. 122–125.
2. Каткова, Е.Н., Гордей, Н.В. Исследование плодородия почвы на горях сосняка мшистого / Е.Н. Каткова, Н.В. Гордей // Трансграничное сотрудничество в области охраны окружающей среды: состояние и перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель, 2006. – С. 313–316.
3. Санников, С.Н. Лесные пожары как фактор преобразования биогеоценозов / С.Н. Санников // Экология. – 1980. – № 6. – С. 24–33.
4. Валетов, В.В., Углянец, А.В., Алексеев, О.В. Естественное возобновление в сосняках, подвергшихся пирогенному воздействию / В.В. Валетов, А.В. Углянец, О.В. Алексеев // Вестник Мазыр-скага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта. – 2005. – № 1 – С. 36–41.
5. Matuszkiewicz, W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. / W. Matuszkiewicz. – Warszawa, 2001.
6. Цыганов, Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. / Д.Н. Цыганов. – М., 1983.
7. Ellenberg, H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. / H. Ellenberg. – Göttingen, 1974.
8. Landolt, E. Okologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora / E. Landolt // Veroff. Geobot. Inst. ETH. – Zurich, H. 64, 1977. S. 1–208.

#### SUMMARY

In the work results of phytoidication researches of transformation of the forests geosystems caused by fires are considered. The changes of a vegetative cover and soil in the pine forests subject to fires are investigated. The laws of change of various characteristics of vegetation are revealed. The tendencies of change of ecological conditions of soil are established.