

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 581.524.342 +630.43

ПИРОГЕННЫЕ ДИГРЕССИИ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ (НА ПРИМЕРЕ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ)

Н.С. ШПИЛЕВСКАЯ

*Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь*

Введение. Пожары является важным фактором, контролирующим растительный покров на значительных территориях. Пирогенное воздействие на лесные экосистемы вызывает в их структуре, режиме функционирования, динамике количественные и качественные изменения. Пожары непосредственно влияют на изменения растительности и ее видовое разнообразие, в результате создаются новые и разрушаются старые связи и зависимости между компонентами лесной экосистемы [1-4]. Под воздействием пожара в лесных экосистемах происходит ухудшение санитарного состояния поврежденных огнем и соседних насаждений, ухудшается гидрологический режим, возрастает эрозия почв, снижается плодородие почв, нарушается микробиологический состав почв, трансформируется напочвенный покров, происходит усыхание древостоя и нарушение естественного возобновления [5-7].

Универсальными показателями нарушенности лесных экосистем любых уровней иерархии являются синантропизация, адвентизация и терофитизация. Эти показатели могут использоваться в любых условиях и независимо от форм антропогенного воздействия, в том числе и при воздействии пирогенного фактора [8, 9].

Смены сообществ, обусловленные пирогенным фактором, могут носить как дигрессионный, так и демутиационный характер. Дигрессионные ряды сообществ отражают изменения, связанные с увеличением интенсивности воздействия (частоты, категории и т.д. пожаров). Демутиационные ряды – постпирогенные смены сообществ, имеющие восстановительный характер [3, 9, 10].

На территории Беларуси пожары, возникновение которых тесно связано с деятельностью человека, являются наиболее широко распространенным фактором деградации лесных экосистем. Максимальная степень деградации (вплоть до разрушения древостоя) имеет место при комбинированном воздействии нескольких антропогенных факторов: химическое загрязнение воздуха и пожары, рекреация и пожары [1, 2].

Цель работы – изучить степень влияния пирогенного фактора на структуру и динамику лесных сообществ юго-востока Беларуси. Задачи исследования: показать уровень воздействия пирогенного фактора на состояние древесного яруса; провести анализ изменения спектров эколого-ценотических групп, жизненных форм, типов растительности в результате воздействия пожаров на сосновые сообщества; проанализировать трансформацию экологических условий в результате пирогенных дигрессий на основе применения фитоиндикационных шкал.

Методика и объекты исследования. Исследование проводилось на территории Макеевского и Новобелицкого лесничеств Гомельского лесхоза. Район исследований находится в Белорусском Полесье, которое расположено в южной части Республики Беларусь и занимает обширную низменную территорию на западе Русской платформы в бассейне рек Припять и Днепр. Для данной территории характерны низменные ландшафты с дерново-подзолистыми, местами заболоченными, почвами. Климат – умеренно-континентальный. Основные климатические показатели: средняя температура января составляет $-6,5...-7 \text{ } ^\circ\text{C}$, июля $+18,5...+19,0 \text{ } ^\circ\text{C}$. Среднегодовое количество осадков от 530 до 600 мм. Лесистость территории превышает 40 %; преобладают сосновые кустарничково-зеленомошные леса.

Полевые работы проводились методом пробных площадей. Геоботаническая съемка выполнена в период 2009-2014 гг. Пробные площади (20x20 м) закладывались в сосновых лесах, пройденных низовыми пожарами разной степени интенсивности (учтено 50 пробных площадей). На каждой пробной площади определялись видовой состав и плотность древостоя, подроста и подлеска, видовой состав и проективное покрытие напочвенного покрова, высота нагара, степень усыхания

древостоя и т.д. Выполнялась оценка жизненного состояния модельных деревьев (не менее 20 штук на каждой пробной площади).

Оценка состояния древостоя выполнялась с помощью расчета формулы индекса состояния древостоя: $Ln = (100 \times n_1 + 70 \times n_2 + 40 \times n_3 + 5 \times n_4) \div N$, где n_1 – количество здоровых деревьев, n_2 – количество ослабленных деревьев; n_3 – количество сильно ослабленных деревьев; n_4 – количество усохших деревьев; N – общее количество деревьев. Древостои с индексом состояния 90-100% относятся к категории «здоровые», 80-89% – «здоровые с признаками ослабления». 70-79% – «ослабленные», 50-69% – «поврежденные», 20-49% – «сильноповрежденные», менее 20% – «разрушенные» [2, 11].

Для эколого-ценотической оценки пирогенных изменений в сообществах использовался метод эколого-ценотических групп (ЭЦГ) [12, 13], а также метод фитоиндикационных шкал Д.Н. Цыганова [14]. Латинские названия растений указаны по С.К. Черепанову [15].

Результаты и их обсуждение. Оценка пирогенной деградации лесных сообществ выполнялась с помощью градиентного анализа. Критерием уровня пирогенного воздействия служила высота нагара на стволах деревьев [4]. По величине нагара все пробные площадки были объединены в три группы: 1) нагар отсутствует; 2) высота нагара составляет 0-1 м; 3) высота нагара составляет более 1 метра. Для каждой группы площадок рассчитывались средние значения индекса состояния древостоя, фитоиндикационных шкал и т.д. (таблица 1).

Леса, не подверженные влиянию пожаров, где нагар на стволах деревьев отсутствовал, были представлены сосняками мшистыми, черничными и орляковыми. Показатели этих насаждений были приняты за фоновые. В древесном ярусе преобладает сосна, единично встречаются береза, осина, дуб. В подлеске – рябина, крушина ломкая, реже лещина обыкновенная. Для напочвенного покрова характерны мхи (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Dicranum polysetum* Sw.), *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Trientalis europaea* L., *Convallaria majalis* L. и т.д.

Таблица 1 – Зависимость состояния древостоя сосновых лесов от величины пирогенного воздействия

Показатель	Высота нагара, м		
	нет	0-1	более 1
Ln	87±3,6	66±6,7	47±10,7
Категории состояния древостоя (% от числа пробных площадок)			
Здоровые	48	0	0
Здоровые с признаками ослабления	38	15	0
Ослабленные	10	30	0
Поврежденные	4	50	33
Сильноповрежденные	0	5	56
Разрушенные	0	0	11

Из таблицы 1 видно, что по мере роста величины нагара происходит ухудшение состояния древостоя (на что указывает снижение значений индекса жизненного состояния). В фоновых сосновых лесах (нагар отсутствует) значения индекса жизненного состояния составляют минимум – 66,4, максимум – 97. Древостои этих лесов относятся к категориям «здоровых» (48%) и «здоровых с признаками ослабления» (38%). В лесах, подверженных сильному уровню пирогенного воздействия (высота нагара более 1 м) значения индекса жизненного состояния составляют минимум – 18,6, максимум – 66,8. Древостой большинства сосновых сообществ этой группы относятся к категориям «поврежденных» (33%) и «сильноповрежденных» (56%).

По градиенту пирогенного воздействия прослеживаются закономерные изменения спектров эколого-ценотических групп и жизненных форм (таблица 2).

Таблица 2 – Изменение характеристик сосновых лесов по градиенту пирогенного воздействия

Показатель	Высота нагара, м		
	нет	0-1	более 1
Эколого-ценотические группы, %			
Неморальная ЭЦГ (Nm)	26,8±4,4	19,5±3,5	17,1±8,1
Боровая ЭЦГ (Pn)	23,7±4,9	27,8±5,3	24,6±9,0
Бореальная ЭЦГ (Br)	40±5,0	27,5±3,2	19±6,7
Нитрофильная ЭЦГ (Nt)	1,7±1,3	1,4±1,2	5,8±3,6
Лугово-степная ЭЦГ (Md)	5,7±3,6	22,2±6,8	32,3±11,1
Олиготрофная ЭЦГ (Olg)	2,1±1,4	1,6±1,1	1,22±1,4
Жизненные формы, %			
Гемикриптофиты	21,7	32,0	41,0
Гемитерофиты	0,3	1,0	3,0
Геофиты	4,0	5,0	9,0
Терофиты	3,0	7,0	8,0
Фанерофиты	50,0	41,0	30,0
Хамефиты	21,0	14,0	9,0
Тип растительности, %			
Лесные виды	84,0	64,0	47,0
Луговые виды	8,0	14,0	19,0
Синантропные виды	8,0	22,0	34,0

Для фоновых сосновых лесов характерно преобладание бореальной эколого-ценотической группы (40%), в меньшей степени представлены неморальная (27%) и боровая (24%) группы, и минимально представлены лугово-степная (6%), олиготрофная (2%) и нитрофильная (2%). В спектре жизненных форм фоновых сосновых лесов преобладают фанерофиты (50%), представлены гемикриптофитов (22%) и хамефиты (21%).

Пирогенная трансформация (высота нагара 0-1 м) выражается в изменении спектра эколого-ценотических групп: происходит уменьшение доли бореальной группы (в 1,5 раза) и увеличение боровой (в 1,2 раза). В спектре жизненных форм возрастает вклад гемикриптофитов и терофитов, уменьшается вклад фанерофитов и хамефитов. Существенно возрастает представленность синантропных видов (в 2,8 раза). Появляются нехарактерные виды для фоновых сосновых лесов: *Erodium ciconium* (L.) L'Her., *Pimpinella saxifraga* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Lactuca serriola* L. и др.

При высокой степени пирогенного воздействия (высота нагара более 1 м) в спектре эколого-ценотических групп доминирует переход к лугово-степным видам (их представленность по сравнению с фоновыми сосновыми лесами увеличивается в 5,7 раза). Возрастает представленность нитрофильной группы (в 3,4 раза по сравнению с фоновыми лесами). Сокращается участие неморальных и бореальных видов (соответственно в 1,6 и 2,1 раза по сравнению с фоновыми лесами). В спектре жизненных форм здесь доминируют гемикриптофиты.

По сравнению с фоновыми сосновыми лесами значительно снизилось участие фанерофитов (в 1,7 раза) и хамефитов (в 2,3 раза). Доля лесных видов составляет менее 50%. Резко сокращается встречаемость и проективное покрытие типичных для фоновых лесов видов (*Trientalis europaea* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Athyrium filix-femina* (L.) Roth и др. В травяном покрове доминируют луговые виды - *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Achillea millefolium* L., *Trifolium arvense* L., *Trifolium pratense* L., *Taraxacum officinale* F.H. Wigg.

Видно, что в результате пирогенного воздействия увеличивается степень адвентизации и синантропизации лесной флоры. Так, при отсутствии нагара доля адвентивных видов составляла лишь 1% (*Erodium ciconium* (L.) L'Her., *Conyza canadensis* (L.) Cronqist); в сообществах, подверженных пожарам (нагар до 1 м) доля адвентивных видов увеличивается до 3% (к перечисленным прибавились виды *Oenothera biennis* L., *Pimpinella saxifraga* L., *Robinia pseudoacacia* L.). При сильном

воздействии (высота нагара более 1 м) их доля составила 5%. Таким образом, пирогенное воздействие на лесные сообщества способствует внедрению в них чужеродных и синантропных видов.

С помощью фитоиндикационных шкал была произведена диагностика изменений экологических условий почвенного покрова по градиенту пирогенного воздействия (таблица 3).

Таблица 3 – Изменение эдафотопы сосновых лесов по градиенту пирогенного воздействия

Показатель	Высота нагара, м		
	нет	0-1	более 1
Термоклиматическая шкала (Тм)	7,98±0,14	8,1±0,11	8,38±0,14
Шкала континентальности (Кп)	8,56±0,05	8,7±0,07	8,64±0,06
Омброклиматическая шкала (Ом)	8,45±0,08	8,2±0,08	8,0±0,16
Криоклиматическая шкала (Сг)	7,7±0,11	7,7±0,12	7,84±0,17
Шкала увлажнения почв (Нд)	12,91±0,19	12,4±0,18	11,86±0,52
Шкала переменной увлажненности (fH)	4,2±0,18	4,9±0,26	5,48±0,37
Шкала солевого режима почв (Тг)	5,47±0,21	5,9±0,23	6,3±0,33
Шкала богатства почв азотом (Nt)	4,87±0,26	5,2±0,24	5,7±0,42
Шкала кислотно-щелочных условий (Rc)	5,77±0,21	6,1±0,18	6,29±0,2

Установлено, что с увеличением интенсивности пирогенного воздействия нарушается переменность увлажнения почв: она становится менее устойчивой (значения шкалы fH увеличиваются с 4,2 до 5,5 балла); снижается влажность почв (фиксируется по уменьшению значений шкалы Нд); увеличивается рН почв (показатель кислотно-щелочных условий Rc возрастает с 5,7 до 6,3 балла); увеличивается трофность почв (значения шкалы Тг возрастают с 5,5 до 6,3 баллов; увеличивается азотное богатство почв (значения шкалы Nt увеличиваются с 4,9 балла до 5,7 балла). Значения шкал, характеризующих микроклиматические условия (термоклиматическая, континентальности климата, омброклиматическая, криоклиматическая), изменяются незначительно.

Выводы. Пирогенное воздействие на древесный ярус сосновых сообществ можно определить с помощью высоты нагара на стволах деревьев, что в свою очередь помогает выявить зависимость состояния древостоя в лесных насаждениях от величины пирогенного воздействия. Было установлено, что по мере роста величины нагара происходит ухудшение состояния древостоя. Значения индекса жизненного состояния с увеличением воздействия пирогенного фактора на сосновые сообщества падает от 81,7 до 42,7. Градиент пирогенного воздействия позволяет выявить закономерные изменения спектров эколого-ценотических групп и жизненных форм. При увеличении интенсивности пирогенного воздействия в спектре эколого-ценотических групп доминирует переход к лугово-степным видам, их представленность увеличивается в 5,7 раз, также увеличивается участие нитрофильных видов растений, наблюдается сокращение участия бореальных и неморальных видов. В спектре жизненных форм сокращается участие фанерофитов и хамефитов, а увеличивается доля гемикриптофитов и терофитов.

Пирогенные нарушения благоприятствуют внедрению в лесные сообщества синантропных и адвентивных видов (*Solidago virgaurea* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronqist, *Oenothera biennis* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski), что приводит к увеличению синантропизации и адвентизации флоры.

Градиент пирогенного воздействия с применением фитоиндикационных шкал позволяет провести диагностику изменений эдафических условий сосновых сообществ. По мере воздействия пирогенного фактора наблюдается снижение влажности и нарушение переменной увлажненности почв, возрастает рН почвы, трофность, азотное и солевое богатство почвы.

В результате увеличения воздействия пирогенного фактора на лесные сообщества выявлено ухудшение состояния древесного яруса, смена доминирующих эколого-ценотических групп и жизненных форм растений, изменение эдафических условий сообществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев, А.П. Индикаторы деградации лесных ландшафтов Белорусского Полесья в зоне влияния химического производства / А.П. Гусев // География и природные ресурсы. – 2005. – №4. – С. 145-147.

2. Методические подходы к оценке и картографированию состояния и устойчивости насаждений городов к антропогенным воздействиям / А.В. Пугачевский [и др.] // Природные ресурсы. – 2007. – № 3. – С. 33-44.
3. Усеня, В.В. Лесные пожары, последствия и борьба с ними / В.В. Усеня. – Гомель : Ин-т леса НАН Беларуси, 2002. – 206 с.
4. Усеня, В.В. Влияние низовых пожаров на трансформацию продуктивности сосновых насаждений / В.В. Усеня, Е.Н. Каткова // Сборник научных трудов / ИЛ НАН Беларуси. – Гомель, 2004. – Вып. 61 : Проблемы радиоэкологии леса. Лес. Человек. Чернобыль. – С. 121-123.
5. Санников, С.Н. Лесные пожары как фактор преобразования биогеоценозов / С.Н. Санников // Экология. – 1980. – № 6. – С. 24-33.
6. Шлотгауэр, С.Д. Воздействие пирогенного фактора на состояние растительного покрова в бассейне Амура / С.Д. Шлотгауэр, М.В. Крюкова // Вестник Дальневосточного отделения РАН. – 2008. – № 1. – С. 59-68.
7. Юркова, Л.М. Восстановление кустарничково-травянистого яруса после пожара в сосняке багульниковом / Л.М. Юркова, Л.С. Чумаков, Н.А. Лемеза // Вестник Белорусского государственного университета. – 2002. – Сер. 2, №1. – С. 52-56.
8. Гусев, А.П. Информационно-аналитическая система для оценки нарушенности лесных ландшафтов / А.П. Гусев, А.С. Соколов // Вестник Томского государственного университета. – 2008. – №309 (апрель). – С. 176-180.
9. Гусев, А.П. Экологический анализ и оценка лесных ландшафтов юго-востока Беларуси / А.П. Гусев, Н.С. Шпилевская // Вестник Витебского государственного университета. – 2010. – №4 (58). – С 38-42.
10. Гусев, А.П. Сукцессионная система как основа фитоиндикации динамики ландшафтов (на примере Полесской ландшафтной провинции) / А.П. Гусев // Природные ресурсы. – 2008. – № 2. – С. 51-62.
11. Алексеев, В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В.А. Алексеев // Лесоведение. – 1989. – №4. – С. 3-11.
12. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность: в 2 кн. / Ред. О.В. Смирнова. – М: Наука, 2004. – Кн. 1. – 479 с.
13. Смирнов, В.Э. Обоснование системы эколого-ценотических групп видов растений лесной зоны Европейской России на основе экологических шкал, геоботанических описаний и статистического анализа / В.Э. Смирнов, Л.Г. Ханина, М.Б. Бобровский // Бюлл. МОИП. Сер. Биологическая. – 2006. – Т. 111, № 2. – С. 36-47.
14. Цыганов, Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д.Н. Цыганов. – М: Наука, 1983. – 196 с.
15. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств / С.К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 990 с.

PYROGENIC DIGRESSION FOREST COMMUNITIES (THE EXAMPLE OF PINE FOREST BELARUSIAN POLESIE)

N.S. SHPILEUSKAYA

Summary

We consider the impact of the pyrogenic factor on the state of the tree layer. The changes in the spectra of ecology-coenotic groups, life forms, vegetation types as a result of the impact of fires in pine community. The study of environmental conditions in the digression changes.

Key words: communities, fire, soot, phytoindication scale, digression changes, ecology-cenotical groups.

Статья поступила 16 января 2016г.