

## ФИТОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ШИРОКОЛИСТВЕННО-ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ РЕКРЕАЦИИ

А. С. Соколов, А. П. Гусев

*Гомельский государственный университет, Белоруссия*

В статье рассматривается процесс трансформации фаций широколиственно-лесного ландшафта под воздействием рекреационной нагрузки. Выделены и описаны пять стадий рекреационной трансформации. Выявлены компоненты фитоценозов, которые в силу достаточно чуткого реагирования на усиления антропогенной нагрузки могут использоваться в качестве индикаторов рекреационной трансформации геосистем.

### ВВЕДЕНИЕ

Актуальной проблемой в настоящее время является деградация лесных массивов под влияние различного рода антропогенных факторов. Эта проблема особенно обостряется на территориях, прилегающих к крупным городам, где природная среда испытывает комплексное воздействие повышенной интенсивности – загрязнение атмосферы, сведение лесов для целей строительства, пригородного сельского хозяйства, деградация почв, антропогенные лесные пожары и т.д. Одним из наиболее значительных факторов современной антропогенной трансформации ландшафтов в пригородных зонах является рекреационное воздействие, которое может приводить к деградации растительности, разрушению почв, активизации современных геологических процессов, потере способности экосистем к самовосстановлению. Результатом неумеренной антропогенной нагрузки на леса становится утрата их способности выполнять разнообразные полезные функции, среди которых выделяют водоохранные, почво-пыле-, газо- и шумозащитные, ресурсоохранные, эстетические, лечебно-оздоровительные и др. [1].

Особенно страдают от неумеренной рекреационной нагрузки широколиственные леса в силу высокой рекреационной привлекательности. Вместе с тем, на широколиственные леса в Белоруссии приходится всего 3,9% от общей площади лесов по учету на 2001 год при оптимальной лесистости 8,7% [2]. Среди них доля дубовых насаждений составляет 3,3%, ясеневых – 0,4, грабовых – 0,2, липовых – 0,02 и кленовых – 0,01%. При этом наблюдается активная тенденция снижения участия

широколиственных пород в составе лесных сообществ. Поэтому важной задачей лесоводов является разработка мероприятий по предотвращению деградации широколиственных лесов и сокращения их площадей.

Целью настоящего исследования является изучение трансформации растительности широколиственно-лесных ландшафтов и выявление компонентов, показатели которых могут являться индикаторами состояния ландшафта.

### МЕСТО, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение трансформации широколиственно-лесных геосистем под воздействием рекреации проводилось в восточной части Белорусского Полесья и в пригородной зоне города Гомеля. По ландшафтному районированию Белоруссии данная территория относится к Днепровско-Сожскому ландшафтному району плосковолнистых аллювиальных террасированных и плоскогивистых пойменных ландшафтов с сосновыми, дубовыми, коренными мелколиственными лесами на болотах, лугами Полесской провинции. Средняя температура января в районе составляет - 6,5... - 7°C, июля + 18,5... + 19,0°C. Среднегодовое количество осадков изменяется от 600 до 530 мм [3, 4].

Объект исследований – фации ненарушенных дубовых лесов и их рекреационные модификации. Фоновая растительность представлена ассоциацией *Tilio cordatae-Carpinetum betuli* Tracz. 1962 союза *Carpinion betuli* Issl. 1931 em. Oberd. 1953 порядка *Fagetalia sylvaticae* Pawl. in Pawl., Sikol. et Wall. (1928) класса *Quercio-Fagetea Br.-Bl. et Vlieg.* 1937 эколого-флористической классификации Бран-Бланке [5, 6].

Полевые исследования проводились с применением стандартных геоботанических методов [7, 8] на пробных площадях, на которых изучался древесный ярус, подрост, подлесок, напочвенный покров. Для изучения растительности использовались пробные площадки (10x10 и 20x20 м). Проективное покрытие определялось по 5-бальной шкале: + – меньше 1%, 1 – 1-5%, 2 – 6-15%, 3 – 16-25%, 4 – 26-50%, 5 – более 50% [7]. Стадии рекреационной дигрессии растительности выделяли по 5-стадийной шкале, разработанной Р.А. Карписиновой [9] и Н.С. Казанской с сотрудниками [10].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Фоновые (ненарушенные и условно ненарушенные, I стадия) геосистемы характеризуются развитым древесным ярусом, подлеском и естественным возобновлением. В составе первого древесного яруса (высотой 20-28 м) преобладает *Quercus robur* L. (с примесью *Fraxinus excelsior* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Acer platanoides* L.), в составе второго (8-15 м) – *Carpinus betulus* L. (более 60%), *Tilia cordata* Mill., *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L., *Ulmus scabra* Mill. Подрост (плотность 3-8 тыс. шт./га) состоит в основном из *Acer platanoides* L., *Carpinus betulus* L., *Tilia cordata* Mill., *Ulmus scabra* Mill. В подлеске доминирует *Corylus avellana* L. (более 60% от численности подлеска), также присутствуют *Frangula alnus* Mill., *Padus racemosa* (Lavn.) Borkh., *Euonymus verrucosa* Scop., *Sorbus aucuparia* L. и др. Напочвенный покров (НП) составляют виды *Aegopodium podagraria* L., *Anemone nemorosa* L., *Galeobdolon lieteum* Huds., *Polygonatum multiflorum* (L.) All., *Acarum*

*europaeum* L., *Glechoma hederacea* L., *Athyrium filix-femina* (L.) Roth., *Stellaria nemorum* L., *Milium effusum* L., *Oxalis acetosella* L., *Majanthemum bifolium* (L.) Fr. Schmidt, *Asperula odorata* L., *Convallaria majalis* L., *Geum rivale* L., *Urtica dioica* L., *Paris quadrifolia* L. и другие.

При переходе на вторую стадию плотность древесного яруса и сомкнутость его крон меняется незначительно. Состав первого древесного яруса 10Д, второго 6Гр2Яс1Кл1Л. В естественном возобновлении продолжает преобладать *Carpinus betulus* L. В составе молодняка 8Гр2Кл+Л. Сильно снизилась плотность подлеска и видовое богатство древесно-кустарниковой растительности (ДКР). Из его состава выпали многие типичные лесные виды, например, *Padus racemosa* (Lavn.) Borkh., *Euonymus verrucosa* Scop., *Cornus sanguinea* L., а плотность *Corylus avellana* L. сократилась почти в 5 раз. Вместе с тем, уровень затенения, оставшийся на прежнем уровне, препятствует разрастанию светолюбивых видов, характерных для нарушенных местообитаний. Подлесок на данной стадии состоит из *Corylus avellana* L. (70%) и *Frangula alnus* Mill. (30%). Проективное покрытие НП сокращается, а его видовое богатство увеличивается (таблица 1). Лесные виды начинают выпадать и сменяться нетипичными. Преобладают *Deschapsia cespitosa* (L.) Beauv., *Glechoma hederacea* L., *Aegopodium podagraria* L., *Acarum europaeum* L. (балл покрытия 2-4); в меньших количествах присутствуют *Poa remota* Forselles, *Milium effusum* L., *Veronica chamaedrys* L., *Geum urbanum* L.,

Таблица 1

Основные характеристики стадий рекреационной трансформации дубовых лесов

Стадия дигрессии	Плотность древесного яруса, шт./га	Сомкнутость, баллы	Плотность подроста, шт./га	Плотность подлеска, шт./га	Видовое богатство ДКР, видов/100 м <sup>2</sup>	Проективное покрытие травяного яруса, %	Доля злаков в покрытии яруса, %	Видовое богатство НП, видов/100 м <sup>2</sup>
I	1180	0,9	5100	3700	7,2	88	1	11,2
II	1100	0,8	1900	700	4,3	64	32	13,0
III	290	0,3	1800	2400	6,3	88	51	15,8
IV	150	0,2	730	0	1,9	82	62	18,0
V	100	0,1	0	0	1,1	60	18	11,0

*Persicaria scabra* (Moench) Moldenke, *Stellaria media* (L.) Vill. и др.

На третьей стадии сообщество начинает приобретать черты лугового фитоценоза: древостой разрежен, в напочвенном покрове значительную долю составляют злаки и луговые виды. Древесный ярус характеризуется значительным снижением плотности. Увеличивается участие *Betula pendula* Roth, доля которой в древостое (во втором древесном ярусе) и в подросте составляет 60%. В ярусе подлеска преобладает *Frangula alnus* Mill. (45%), также отмечены *Sorbus aucuparia* L., *Corylus avellana* L. и др.

В НП доминируют *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Convallaria majalis* L. (показатель проективного покрытия равен 3-4 балла), встречаются *Lysimachia vulgaris* L., *Fragaria vesca* L., *Genista tinctoria* L., *Potentilla erecta* (L.) Rausch, *Crepis tectorum* L., *Galium verum* L., *Achillea millefolium* L., *Agrostis tenuis* Sibth. и т.д.

На четвертой стадии дигрессии полностью исчезает подлесок. В естественном возобновлении присутствуют *Betula pendula* Roth. и *Populus tremula* L., *Quercus robur* L. В НП наибольшее постоянство имеют *Poa annua* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Festuca pratensis* Huds., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv., *Trifolium repens* L., *Potentilla anserina* L., *Plantago major* L., *Taraxacum officinale* Web., *Achillea millefolium* L., *Hypochoeris radicata* L., *Phleum phleoides* (L.) Sm. и другие.

Пятая стадия дигрессии характеризуется минимальной плотностью древостоя и сомкнутостью, отсутствием подроста и подлеска, преобладанием во флоре рудеральных видов. Проективное покрытие НП снижается, однако остается относительно высоким – более 50%. В составе травостоя преобладают *Plantago major* L., *Trifolium repens* L., *Poa annua* L., *Polygonum aviculare* L., *Taraxacum officinale* Web., *Potentilla anserina* L., *Leontodon*

*autumnalis* L., *Prunella vulgaris* L., *Geum urbanum* L. Незначительное проективное покрытие характерно для *Lysimachia nummularia* L., *Arctium lappa* L., *Sisymbrium officinale* (L.) Scop., *Hypochoeris radicata* L., *Stellaria media* (L.) Vill. и других видов.

Для фитоиндикации условий среды в рекреационно нарушенных ландшафтах использовалась шкалы экологических амплитуд видов и экологических факторов по системе Д.М. Цыганова [11]. Она проводилась методом нахождения среднего балла. Проведенная фитоиндикация (таблица 2) показала, что наиболее значительно в процессе рекреационной трансформации меняются солевой режим почв, насыщение почв азотом и режим освещенности-затенения, что отмечено и для сообществ, изученных в других регионах [12].

Анализ флоры ландшафтов, подвергающихся рекреационной нагрузке показал, что кроме видового состава и показателей отдельных ярусов, для индикации трансформированности ландшафтов можно применять показатели, характеризующие сообщество в целом – биологический спектр жизненных форм (по Раункиеру) (рис. 1) и фитосоциологический спектр (соотношение диагностических видов классов растительности) (рис. 2).

Изменение соотношения жизненных форм отражает трансформацию условий существования сообщества. Фоновые экосистемы характеризуются высоким значение доли фанерофитов (30-40%), органы возобновления которых слабо приспособлены для существования в условиях антропогенной нагрузки. С увеличением рекреационной нагрузки их доля снижается (до 3-10% на V стадии). При этом увеличивается доля гемикриптофитов и они начинают преобладать, что характерно для луговых экосистем. Ухудшение условий существования экосистем, прилегающих к жилым массивам, обуславливает постепенное повышение доли терофитов и гемитерофитов (до 20-25% на V ста-

Таблица 2

Трансформация экологических режимов в нарушенных ландшафтах

Стадия дигрессии	Hd*	Tr	Rc	Nt	Lc
I	12,3	6,2	6,8	6,0	5,0
II	12,7	6,2	6,2	5,8	4,9
III	11,5	6,0	6,0	5,7	3,7
IV	11,5	7,5	6,5	7,6	3,2
V	12,0	7,9	6,6	7,3	2,9

Примечание: \* – показатели увлажнения почв (Hd), солевого режима почв (Tr), кислотности почв (Rc), богатства почв азотом (Nt), освещенности-затенения (Lc).

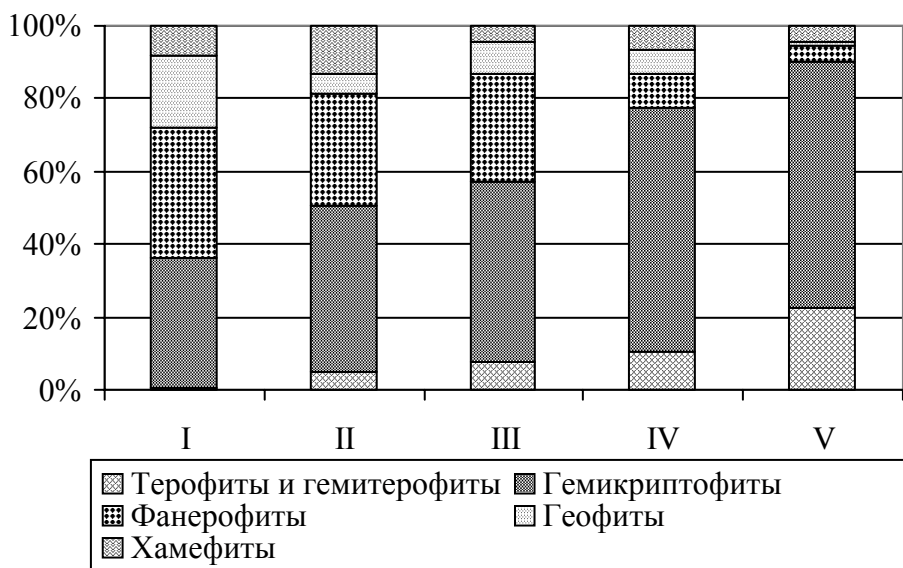


Рис. 1. Изменение биологического спектра жизненных форм (по Раункиеру) флоры по градиенту рекреационной дигрессии

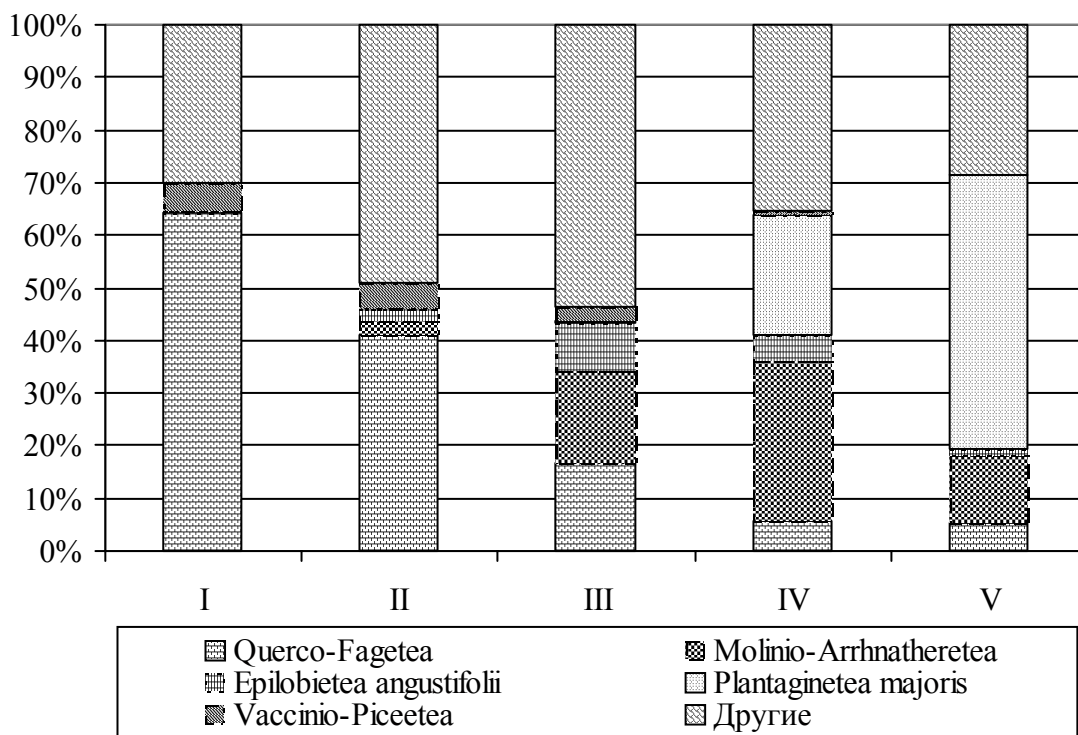


Рис. 2. Изменение фитосоциологического спектра флоры по градиенту рекреационной дигрессии

дии), в силу их приспособленности к высоким антропогенным нагрузкам и высоким затратам расхода энергии на размножение. Подобная трансформация биологического спектра жизненных форм отмечена и для рекреационно нарушенных сосняков [13].

Усиление антропогенной нагрузки также сопровождается внедрением в лесное сообщество луговых и синантропных видов, соотношение которых может свидетельствовать об уровне синантропизации и трансформированности экосистем.

В ненарушенных дубравах доминируют виды лесных классов – Quercus-Fagetea Br.-Bl. et Vlieger 1937 in Vlieger 1937 em. Klika 1939 (более 60%), в меньшей степени – Vaccinio-Piceetea Br.-Bl. in Br.-Bl., Siss. et Vlieger 1939 и Alnetea glutinosae Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff et al. 1946 (до 10%). Последствием роста нагрузки является снижение участия видов лесных классов и внедрение видов классов Molinio-Arrhenatheretea R. Tx. 1937 em. R. Tx. 1970 и Epilobietea angustifolii R. Tx. et Prsg. in R. Tx. 1950, обладающие наибольшей представленностью (в

сумме более 25% на III стадии). Также внедряются виды синантропных классов – *Artemisietea vulgaris* Lohm., Prsg. et Tx. in Tx. 1950 em Kopecky in Hejny et al. 1979, *Chenopodietea* Br.-Bl. 1952 em. Lohm. J. et R.Tx. 1961 ex Matusz. 1962 и др. На V стадии начинают преобладать виды класса *Plantaginetea majoris* R.Tx. et Prsg. in R.Tx. 1950 (более 50%). Доля видов лесных классов в нарушенных рекреацией дубравах не превышает 5-10%.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рекреационное воздействие на широколиственно-лесные ландшафты сопровождается их трансформацией, которая может распознаваться по состоянию растительного компонента. Усиление нагрузки приводит к снижению плотности и изменению видового состава ДКР. При этом на III стадии создаются условия для внедрения и разрастания светолюбивых видов, обладающих высокой способностью к вегетативному размножению: *Betula pendula* Roth., *Populus tremula* L., *Rubus idaeus* L.. Что приводит к повышению плотности подлеска и видовому разнообразию. Деграция подроста приводит к нарушению смены поколений, что влечет за собой дигрессионную смену этих лесов производными экосистемами [14]. Из характеристик НП наибольшее индикаторное значение имеет видовой состав, общее проективное покрытие, доля злаков в покрытии, покрытие отдельных видов, видовое богатство. Кроме показателей отдельных ярусов, для целей индикации с успехом можно применять биологический спектр жизненных форм и соотношение в сообществе видов различных классов растительности.

Выявленные индикаторы можно применять в процессе мониторинга состояния лесных ландшафтов региона. Сравнение их характеристик с показателями выделенных стадий позволит определить положение экосистем в дигрессионном ряду.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таран И.В. Леса города / И.В. Таран, В.Н. Спиридонов, Н.Д. Беликова. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2004. – 196 с.
2. Багинский В.Ф. Биологическое и ландшафтное разнообразие древесных видов в лесных биогеоценозах и перспективы его сохранения и расширения как условия устойчивого развития / В.Ф. Багинский // Проблемы лесоведения и лесоводства : сб. науч. тр. – Гомель, 2005. – Вып. 64. – С. 5-18.
3. География Гомельской области / под ред. Г.Н. Каропы, В.Е. Пашука. – Гомель : Изд-во Гомельск. ун-та, 2000. – 286 с.
4. Ландшафты Белоруссии / под ред. Г.И. Марцинкевич, Н.К. Клицуновой. – Минск : Университетское, 1989. – 239 с.
5. Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie / J. Braun-Blanquet. – Wien-N. Y., 1964. – 865 p.
6. Matuszkiewicz W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski / W. Matuszkiewicz. – Warszawa : PWN, 2001. – 321 s.
7. Миркин Б.М. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии / Б.М. Миркин, Г.С. Розенберг, Л.Г. Наумова. – М. : Наука, 1989. – 223 с.
8. Программа и методика биогеоценологических исследований. – М. : Наука, 1974. – 403 с.
9. Карпизонова Р.А. Дубравы лесопарковой зоны г. Москвы / Р.А. Карпизонова. – М. : Наука, 1967. – 103 с.
10. Казанская Н.С. Рекреационные леса (состояние, охрана, перспективы использования) / Н.С. Казанская, В.В. Ланина, Н.Н. Марфенин. – М. : Лесн. пром-ть, 1977. – 96 с.
11. Цыганов Д.М. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д.М. Цыганов. – М. : Наука, 1983. – 197 с.
12. Кавеленова Л.М. Видовой состав насаждений резистентного генезиса – некоторые аспекты изменений во времени / Л.М. Кавеленова // Вестн. Самар. гос. ун-та. Естеств.-науч. сер. – 2002. – № 4. – С. 162-170.
13. Соколов А.С. Особенности рекреационной трансформации лесных геосистем в условиях Белорусского Полесья / А.С. Соколов А.С., А.П. Гусев // Веснік Брэст. ун-та. Сер. прыродазн. навук. – 2005. – № 3 – С. 119-124.
14. Гусев А.П. Лесные экосистемы в условиях антропогенного воздействия (ландшафтно-экологические исследования) / А.П. Гусев. – Гомель : Изд-во Гомельск. ун-та, 2001. – 64 с.