

УДК 911.52 : 502

УДК 911.52 : 502

**ОЦЕНКА ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ (ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ ПОЛЕССКОЙ ЛАНДШАФТНОЙ ПРОВИНЦИИ)****THE ASSESSMENT OF LANDSCAPE-ECOLOGICAL TENDENCIES (EASTERN PART OF POLESSIE LANDSCAPE PROVINCE)****А. П. Гусев,***кандидат геолого-минералогических наук, декан геолого-географического факультета ГГУ им. Ф. Скорины***A. Gusev,***Candidate of Geology and Mineralogy, Dean of the Faculty of Geology and Geography, GSU named after F. Skoryna*

Поступила в редакцию 12.05.17.

Received on 12.05.17.

Рассмотрена оценка ландшафтно-экологических тенденций на региональном уровне (Полесская ландшафтная провинция). Критерий оценки ландшафтно-экологической тенденции – соотношение деградиционной (дигрессивной) и восстановительной динамики растительности. Предложен индекс напряженности ландшафтно-экологической тенденции. Критическая ландшафтно-экологическая тенденция имеет место во вторично-моренном ландшафте, моренно-зандровом и водно-ледниковом ландшафтах. Значительная часть территории (40,2 %) характеризуется удовлетворительной тенденцией.

*Ключевые слова:* растительный покров, ландшафт, ландшафтно-экологическая тенденция, Полесская провинция.

The estimation of landscape-ecological tendencies at regional level is considered (Polessie landscape province). Criterion of an estimation of a landscape-ecological tendency is a parity degradation and regenerative dynamics of vegetation. The index of intensity of a landscape-ecological trend is offered. Critical landscape-ecological tendency takes place in secondary-moraine landscape, water-glacial and moraine-zandr landscape. Main part of territory (40,2 %) by a satisfactory tendency is characterized.

*Keywords:* plant cover, landscape, landscape-ecological trend, Polessie province

**Введение.** Актуальной проблемой в геоэкологических исследованиях является поиск показателей, индицирующих ландшафтно-экологическую тенденцию, то есть направленность пространственно-временных изменений экологического состояния ландшафтов. На основе установленных тенденций можно строить прогноз будущего экологического состояния ландшафтов.

Индикатором ландшафтно-экологических тенденций выступает долговременная динамика растительности, которая рассматривается в двух аспектах: смена растительности в пределах одного местоположения (однородного по абиотическим условиям ареала) – сукцессии и нарушения («катастрофические смены»); изменение структуры растительного покрова, то есть состава и соотношения площадей, конфигурации контуров сообществ разных типов. Восстановительные смены растительности индицируют восстановление как самого растительного покрова (и соответственно его

почвозащитных, водорегулирующих, ресурсо-воспроизводящих функций), так и других компонентов ландшафта, его природно-ресурсного и экологического потенциала в целом. Дигрессивные смены, наоборот, ведут к нарушению способности растительного покрова выполнять свои экологические функции [1–4].

Критерий оценки ландшафтно-экологической тенденции – соотношение площадей с деградиционной (дигрессивной) и восстановительной динамикой растительности. Выяснение ландшафтно-экологической тенденции основано на анализе пространственной мозаики современного растительного покрова, которая отражает как прошлые изменения, так и индицирует будущие состояния [2; 5]. Причем в качестве индикаторов следует использовать как сам растительный покров (в той или иной степени трансформированный человеком), так и замещающие его антропогенные «неживые» элементы – жилую и промышленную застройку, отвалы

твердых отходов, шламохранилища. Выбор критериев оценки определяется установленными связями между состоянием и динамикой растительности и структурой окружающего ландшафта.

**Методические подходы.** Объект исследований – ландшафты восточной части (в пределах Полесско-Приднепровского геоботанического округа) Полесской ландшафтной провинции, занимающей юг Беларуси (подзона широколиственно-лесных ландшафтов). Для оценки ландшафтно-экологических тенденций на региональном уровне использованы показатели (операционная территориальная единица – выдел рода ландшафтов): 1) техногенный покров (удельная площадь техногенных геосистем, %); 2) лесистость (удельная площадь лесных экосистем, %); фрагментация лесного покрова (средняя площадь лесного массива, км<sup>2</sup>); 3) история землепользования (оценка по распаханности в XIX в. – доля пахотных земель в XIX в.); 5) опасность неблагоприятных экологических процессов – пожары, дефляция – торфяные бури, эрозия, вторичное заболачивание, рекреационная дигрессия.

Показатели 1–4 отражают антропогенную трансформацию ландшафтов и влияют на восстановительные процессы; 5 – оценивают вероятное распространение дигрессивных процессов.

Техногенные геосистемы (жилая и промышленная застройка, транспортные коммуникации, полигоны отходов, горные выработки) и леса вносят ведущий вклад в величину показателей, оценивающих антропогенное нарушение ландшафтов [6]. Фрагментация лесного покрова – важная характеристика структуры ландшафта, которая влияет на ход восстановительных процессов. На локальном уровне установлена связь между фрагментацией и состоянием лесных экосистем, между фрагментацией и нарушениями восстановительных сукцессий [2–6].

История землепользования влияет на состояние современного лесного покрова, обуславливает задержки восстановительных сукцессий на разных стадиях, способствует инвазиям чужеродных видов [6; 7].

Неблагоприятные экологические процессы – это процессы, вызывающие дигрессии

растительного покрова, тормозящие формирование и развитие растительности в ходе восстановительных сукцессий. На ландшафтном уровне оценивается опасность этих процессов (как степень вероятности). Для оценки выбраны наиболее важные для Полесской провинции процессы: лесные пожары (оценка опасности по удельной площади лесов очень высокой и высокой пожарной опасности – I и II классов); дефляция (оценка по удельной площади дефляционноопасных земель – пахотных земель на месте осушенных болот); заболачивание и подтопление (оценка по удельной площади болот и заболоченных земель).

Современное землепользование определялось с помощью публичной земельно-информационной карты Беларуси и уточнялось по материалам Google Earth. Границы и названия ландшафтов устанавливались по [8]. История землепользования изучалась по военно-топографической карте Российской империи (3 версты в 1 дюйме, съемка 1846–1863 гг.). Привязка и оцифровка растров выполнялись в Quantum GIS 2.6.0.

Количественные значения показателей, используемых для оценки напряженности ландшафтно-экологических тенденций, приведены в таблице 1.

Индекс напряженности ландшафтно-экологической тенденции рассчитывается по формуле:

$$Нлэт = \sum N_i / n,$$

где  $N_i$  – напряженность по  $i$ -му показателю, балл;  $n$  – число используемых показателей.

Значения Нлэт изменяются от 1 до 4 баллов. Предлагаются следующие градации ландшафтно-экологической тенденции: нормальная – менее 1,5; удовлетворительная – 1,5–2,5; критическая – 2,5–3,5; кризисная – более 3,5.

Такие градации выделены с учетом методических подходов и практического опыта экологической оценки, которые рассматриваются в ряде геоэкологических работ [9–14].

При нормальной тенденции процессы самовосстановления растительности компенсируют антропогенные воздействия, как в настоящем, так и в будущем (при условии, что нынешний уровень антропогенной нагрузки не изменится).

Таблица 1 – Критерии оценки ландшафтно-экологических тенденций на региональном уровне

Показатель	Напряженность ландшафтно-экологической тенденции			
	Нормальная	Удовлетворительная	Критическая	Кризисная
	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла
Техногенный покров, %	<1	1–5	5–10	>10
Лесистость, %	>50	25–50	5–25	<5
Фрагментация лесного покрова, км <sup>2</sup>	>10	5–10	1–5	<1
История землепользования (доля пахотных земель в XIX в.)	<5	5–25	25–50	>50
Леса очень высокой и высокой пожарной опасности, %	<5	5–25	25–50	>50
Дефляционноопасные земли, %	<5	5–25	25–50	>50
Заболачивание и подтопление, %	<5	5–25	25–50	>50

Удовлетворительная тенденция соответствует «зоне риска» [9; 11], то есть процессы самовосстановления и деградации находятся в состоянии относительного равновесия и рост антропогенной нагрузки (в том числе появления новых антропогенных факторов) может вызвать ухудшение экологического состояния ландшафтов.

Критическая тенденция – антропогенное воздействие не компенсируется восстановительными процессами, снижается способность растительности выполнять почвозащитные, водорегулирующие, ресурсо-производящие и другие функции, имеет место «ползучая» деградация растительного покрова, которая в будущем будет только возрастать.

Кризисная тенденция – потенциал самовосстановления растительности значительно нарушен, растительный покров не способен выполнять почвозащитные, водорегулирующие, ресурсо-производящие и другие функции, в будущем можно прогнозировать резкое ухудшение экологического состояния территории.

**Результаты и их обсуждение.** В ходе исследований была выполнена оценка ландшафтно-экологических тенденций в ландшафтах восточной части Полесской провинции на уровне родов (таблица 2). На указанной территории присутствуют 8 родов ландшафтов: водно-ледниковые, аллювиальные террасированные, моренно-зандровые, вторично-моренные, холмисто-моренно-эрозионные,

озерно-аллювиальные, озерно-болотные и пойменные (согласно классификации природных ландшафтов Беларуси [6]).

Водно-ледниковые ландшафты занимают 35,6 % изучаемой территории и представлены 14 выделами. Значения индикаторов ландшафтно-экологических тенденций колеблются в широких пределах. Так, лесистость изменяется от 22,1 до 80,5 %. Удельная площадь лесов с очень высокой и высокой пожарной опасностью (сосновые кустарничково-зеленомошные леса – лишайниковые, вересковые, брусничные и мшистые) составляет от 20,0 до 58,6 %. Доля пахотных земель в XIX в. – от 0 до 35,4 %. Для этих ландшафтов характерна низкая заболоченность (от 0 до 12,7 %) и малая площадь дефляционноопасных земель (от 0 до 8,8 %). Величина показателя Нлэт изменяется по выделам от 1,29 до 2,57. Критическая (Нлэт > 2,5) тенденция наблюдается на 2,7 %, а удовлетворительная – 40,5 % территории водно-ледниковых ландшафтов. В целом для данного рода ландшафта характерна нормальная тенденция (среднее значение Нлэт = 1,43). Максимальное значение Нлэт (2,57) характерно для выдела, расположенного северо-западнее г. Гомеля (лесистость – менее 10 %, относительно высокая фрагментация лесного покрова, более 25,0 % лесов характеризуются очень высокой и высокой пожарной опасностью). Таким образом, водно-ледниковые ландшафты неоднородны по рассматриваемым факторам.

**Таблица 2 – Показатели ландшафтно-экологических тенденций для родов ландшафтов восточной части Полесской провинции**

Показатель	Род ландшафтов					
	водно-ледниковый	аллювиальный террасированный	моренно-зандровый	вторично-моренный	холмисто-моренно-эрозионный	озерно-аллювиальный и озерно-болотный
Техногенный покров, %	0,9	1,1	2,7	11,0	9,1	0,6
Лесистость, %	56,3	64,1	44,7	10,5	33,4	52,4
Фрагментация, км <sup>2</sup>	13,9	17,8	9,87	1,23	4,67	10,60
История землепользования (доля пахотных земель в XIX в.)	7,0	1,6	13,2	45,0	15,4	0,2
Леса очень высокой и высокой пожарной опасности, %	22,9	19,6	25,2	51,4	32,7	15,7
Дефляционноопасные земли, %	1,5	1,7	2,9	0,0	0,0	3,1
Заболачивание, %	6,1	16,6	3,8	4,8	0,0	17,3
Напряженность ландшафтно-экологической тенденции ( $H_{лэт}$ )	1,43	1,43	1,86	2,71	2,14	1,29

Аллювиальные террасированные ландшафты занимают 17,0 % изучаемой территории (10 выделов). Для этих ландшафтов типична высокая лесистость – 48,2–78,3 %. Заболоченность колеблется от 0 до 37,1 % (максимальная в районе Национального парка «Припятский»). Доля пахотных земель в XIX в. – от 0 до 11,7 % (60 % начало осваиваться только после осушительной мелиорации в XX в.). Для этого рода ландшафтов характерно преобладание нормальных тенденций (83,5 % от всей площади), то есть процессы восстановления компенсируют антропогенные воздействия на растительный покров.

Озерно-аллювиальные и озерно-болотные ландшафты занимают 28,9 % площади (7 выделов). Характеризуются высокой лесистостью (44,4–60,7 %) и заболоченностью (9,9–25,7 %). 99 % этих ландшафтов стало осваиваться только во 2-й половине XX в. после осушительной мелиорации. Несмотря на преимущественно песчаный состав литогенной основы, дефляционная опасность низкая. Только в 2 выделах (16,8 % от всей площади данного рода ландшафтов) дефляционная опасность повышенная (5–10 % от общей площади выдела).

Моренно-зандровые ландшафты занимают 7,8 % площади (4 выдела). Выдел,

в пределах которого расположен г. Гомель, занимает 24 % от всех моренно-зандровых ландшафтов и характеризуется высокой антропогенной трансформацией: низкая лесистость (4,2 %), значительная удельная площадь техногенного покрова (11 %), высокая фрагментация лесного покрова (менее 1 км<sup>2</sup>). В XIX в. площадь пахотных земель здесь достигала 43,1 %, а в современное время распаханность составляет 70–80 %. Лесной покров представляет собой «острова» в сельскохозяйственном ландшафте. Способность к самовосстановлению лесов здесь низкая, почти повсеместно восстановительные сукцессии задерживаются на нелесных стадиях, в том числе чужеродными видами-трансформерами [7; 15]. Напряженность ландшафтно-экологической тенденции – критическая ( $H_{лэт} = 3,0$ ).

Особенности моренно-зандрового ландшафта в сравнении с аллювиальным террасированным можно проследить на локальном уровне. В окрестностях г. Гомеля проводились исследования растительного покрова [2; 6; 15], в том числе оценка сукцессионных процессов на двух тестовых участках (таблица 3).

**Таблица 3 – Сравнительная характеристика моренно-зандрового и аллювиального террасированного ландшафтов (модельные участки)**

Показатель	Тестовый участок	
	Моренно-зандровый ландшафт (61,49 км <sup>2</sup> )	Аллювиальный террасированный ландшафт (58,22 км <sup>2</sup> )
<b>Землепользование</b>		
Леса, %	2,0	51,5
Пашня, %	61,0	3,8
Застройка, %	24,9	20,9
<b>Восстановительные сукцессии</b>		
Удельная площадь территорий, на которых восстановительные сукцессии протекают в нормальном режиме, %	0,0	63,1
<b>Характеристики лесных экосистем</b>		
Представленность синантропных видов, %	44,1	1,9
Представленность лесных видов, %	13,7	66,5
Представленность чужеродных видов, %	25,4	0,7

Для обоих участков характерна примерно одинаковая удельная площадь застройки, что обусловлено их местонахождением. Видно, что значительные отличия имеются в распаханности (отличается в 16,1 раза) и лесистости (отличается в 25,8 раза). В моренно-зандровом ландшафте повсеместно восстановительные сукцессии заблокированы на тех или иных стадиях. Существенно различаются лесные экосистемы. В «островных» лесах моренно-зандрового ландшафта лесных видов растений всего лишь 13,7 %, а большая часть растений – синантропные, в том числе чужеродные.

Другие выделы моренно-зандрового ландшафта расположены в менее обжитых районах Полесья: участок между Березиной и Припятью и участок на крайнем юге Беларуси (южнее реки Желонь). Эти территории отличаются высокой лесистостью (53,1–78,1 %) и преобладанием крупных лесных массивов (10–150 км<sup>2</sup>), значительную часть которых составляют леса с очень высокой и высокой пожарной опасностью (51,6–74,6 %). Ландшафтно-экологическая тенденция – нормальная.

Вторично-моренные ландшафты занимают 0,6 % площади изучаемой территории (1 выдел – относительно узкая полоса по правому берегу Днепра, между малыми реками – Ведричем и Брагинкой). На этом

участке наблюдается низкая лесистость (10,5 %) и высокая фрагментация лесного покрова (1,2 км<sup>2</sup>). Более 50 % лесов характеризуются очень высокой и высокой пожарной опасностью. В XIX в. площадь пахотных земель здесь составляла 45 % (в настоящее время – более 70 %). Ландшафтно-экологическая тенденция оценивается как критическая.

Холмисто-моренно-эрозионные занимают 1,1 % площади (1 выдел – район Мозырской гряды). Лесистость для Белорусского Полесья в целом невысокая (33,4 %). За счет городской застройки Мозыря удельная площадь техногенного покрова достигает 9,1 %. Особенностью этого рода ландшафтов является активное развитие водной эрозии и оврагообразование, которые в целом для Полесья нетипичны. Ландшафтно-экологическая тенденция – удовлетворительная.

**Заключение.** Исследования показывают, что наибольшая напряженность ландшафтно-экологических тенденций характерна для вторично-моренного ландшафта, а также отдельных выделов моренно-зандрового и водно-ледникового ландшафтов. Всего территории с критической ландшафтно-экологической тенденцией занимают 3,8 % площади. Как правило, негативные тенденции,

индицируемые по растительному покрову, локализуются в староосвоенных районах с высокой антропогенной преобразованностью ландшафтов. В таких условиях антропогенные нарушения не компенсируются процессами восстановления, растительный покров не выполняет почвозащитные, водо-

регулирующие, ресурсовоспроизводящие и другие функции. Значительная часть территории (40,2 %) характеризуется удовлетворительной тенденцией. Здесь при росте антропогенного воздействия может произойти ухудшение экологического состояния ландшафтов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Гусев, А. П. Динамика растительности как индикатор ландшафтно-экологической ситуации / А. П. Гусев // Природные ресурсы. – 2015. – № 2. – С. 117–124.
3. Зональные типы биомов России: Антропогенные нарушения и естественные процессы восстановления экологического потенциала ландшафтов / под ред. К. М. Петрова. – СПб.: СПбГУ, 2003. – 246 с.
4. Bastian, O. Anthropogenic landscape changes in Central Europe and the role of bioindication / O. Bastian, A. Bernhardt // Landscape ecology. – 1993. – Vol. 8. – № 2. – P. 139–151.
5. Гусев, А. П. Пространственно-временные изменения землепользования и динамика растительности в ландшафтах юго-востока Беларуси / А. П. Гусев // Природные ресурсы. – 2014. – № 1. – С. 42–50.
6. Гусев, А. П. Ландшафтно-экологические исследования динамики землепользования на территории юго-востока Белоруссии / А. П. Гусев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2015. – № 3. – С. 47–51.
7. Гусев, А. П. История землепользования как фактор современного состояния растительного покрова (на примере юго-востока Белоруссии) / А. П. Гусев // Сибирский экологический журнал. – 2014. – № 2. – С. 225–230.
8. Марцинкевич, Г. И. Ландшафтоведение / Г. И. Марцинкевич. – Минск: БГУ, 2007. – 206 с.
9. Виноградов, Б. В. Основы ландшафтной экологии / Б. В. Виноградов. – М.: GEOS, 1998. – 418 с.
10. Васильев, С. В. Воздействие нефтегазодобывающей промышленности на лесные и болотные экосистемы Среднего Приобья. – Новосибирск: Наука, 1998. – 136 с.
11. Заиканов, В. Г. Геоэкологическая оценка территории / В. Г. Заиканов, Т. Б. Минакова. – М.: Наука, 2005. – 319 с.
12. Кочуров, Б. И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территорий / Б. И. Кочуров. – Смоленск: Маджента, 2003. – 500 с.
13. Методология и методика оценки экологических ситуаций / под ред. В. А. Бокова, И. Г. Черванева, Е. С. Поповчука. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2000. – 99 с.
14. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1988. – 350 с.
15. Гусев А. П. Диагностика ландшафтно-экологических ситуаций на основе фитоиндикации / А. П. Гусев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геоэкология. – 2016. – № 4. – С. 77–83.

#### REFERENCES

1. Gusev, A. P. Suktsessionnaya sistema kak osnova fitoindikatsii dinamiki landshaftov (na primere Polessskoy landshaftnoy provintsii) / A. P. Gusev // Prirodnyye resursy. – 2008. – № 2. – S. 51–62.
2. Gusev, A. P. Dinamika rastitel'nosti kak indikator landshaftno-ekologicheskoy situatsii / A. P. Gusev // Prirodnyye resursy. – 2015. – № 2. – S. 117–124.
3. Zonal'nyye tipy biomov Rossii. Antropogennyye narusheniya i yestestvennyye protsessy vosstanovleniya ekologicheskogo potentsiala landshaftov / pod red. K.M. Petrova. – SPb.: SPbGU, 2003. – 246 s.
4. Bastian O. Anthropogenic landscape changes in Central Europe and the role of bioindication / O. Bastian, A. Bernhardt // Landscape ecology. – 1993. – vol. 8. – № 2. – P. 139–151.
5. Gusev, A. P. Prostranstvenno-vremennyye izmeneniya zemlepolzovaniya i dinamika rastitelnosti v landshaftakh yugo-vostoka Belarusi / A. P. Gusev // Prirodnyye resursy. – 2014. – № 1. – S. 42–50.
6. Gusev, A. P. Landshaftno-ekologicheskkiye issledovaniya dinamiki zemlepolzovaniya na territorii yugo-vostoka Belorussii / A.P. Gusev // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya. – 2015. – № 3. – S. 47–51.
7. Gusev, A. P. Istoriya zemlepolzovaniya kak faktor sovremennogo sostoyaniya rastitelnogo pokrova (na primere yugo-vostoka Belorussii) / A. P. Gusev // Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal. – 2014. – № 2. – S. 225–230.
8. Martsinkevich, G. I. Landshaftovedeniye / G. I. Martsinkevich. – Minsk: BGU, 2007. – 206 s.
9. Vinogradov B. V. Osnovy landshaftnoy ekologii / B. V. Vinogradov. – M.: GEOS, 1998. – 418 s.
10. Vasilyev, S. V. Vozdeystviye neftegazodobyvayushchey promyshlennosti na lesnyye i bolotnyye ekosistemy Srednego Priobya. – Novosibirsk: Nauka, 1998. – 136 s.
11. Zaikanov, V. G., Minakova T.B. Geoekologicheskaya otsenka territorii. – M.: Nauka, 2005. – 319 s.
12. Kochurov, B. I. Geoekologiya: ekodiagnostika i ekologo-khozyaystvennyy balans territoriy / B. I. Kochurov. – M.: Madzhenta, 2003. – 500 s.
13. Metodologiya i metodika otsenki ekologicheskikh situatsiy / Pod red. V. A. Bokova, I. G. Chervaneva, Ye. S. Popovchuka. – Simferopol: Tavriya-Plyus, 2000. – 99s.
14. Bioindikatsiya zagryazneniy nazemnykh ekosistem / pod red. R. Shuberta. – M.: Mir, 1988. – 350 s.
15. Gusev A. P. Diagnostika landshaftno-ekologicheskikh situatsiy na osnove fitoindikatsii / A. P. Gusev // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geoekologiya – 2016. – № 4. – S. 77–83.