

- Пирожник, И.И. Основы географии туризма и экскурсионного обслуживания / И.И. Пирожник. – Минск: Университетское, 1985. – 253 с.
- Сергеева, Т.К. Экологический туризм / Т.К. Сергеева; под ред. В.А. Квартальнов, Ю.И. Чернов. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 359 с.
- Статистический ежегодник 2008: статистический сборник / М-во статистики и анализа Республики Беларусь, Минское городское управление статистики. – Минск, 2008. – 314 с.
- Туризм и туристические ресурсы в Республике Беларусь / БелЭН: – Минск, 2008. – С. 90.
- Федорук, А.Т. Садово-парковое искусство Белоруссии / Т.А. Федорук. – Минск: Ураджай, 1989. – 247 с.
11. World cultural and natural heritage. Collection of Materials for Preparation of Documentation for Inscription of Sites on the UNESCO World Cultural and Natural Heritage List: ISBN 985-6734-21-4 / publishing house «Four quarters». – Minsk, 2008. – 87 p.
12. World Tourism Organization [Electronic resource] / Tourism Market Trends. – Europe, 2008. – Mode of access: <http://www.world-tourism.org/ruso/index.htm>. – Date of access: 17.04.2009.

## SUMMARY

*Sensitivity of a pine to climatic factors varied in 1940 and 1976 irrespective of its age and ecotop.*

УДК 551

*А.П. Гусев, кандидат геолого-минералогических наук,  
декан геолого-географического факультета ГГУ им. Ф. Скорины*

## **ФИТОИНДИКАЦИОННО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ГЕОСИСТЕМ (на примере модельного района «РУМ»)**

**Введение.** Современные геоэкологические исследования в большинстве случаев направлены на фиксацию существующего состояния географической среды и не разработаны в динамическом аспекте; отсутствуют работы по геоэкологическому анализу и оценке долгосрочной динамики геосистем. В целях совершенствования системы геоэкологической оценки на основе исследований, проведенных в 1998–2008 гг. [1–4], нами разработан фитоиндикационно-геоэкологический анализ (ФГА) динамики геосистем – методологическая концепция геоэкологических исследований динамики геосистем с использованием фитоиндикационных критериев. Суть ФГА – изучение пространственно-временных изменений геоэкологического состояния геосистем (геоэкологических ситуаций), отражающихся в комплексе показателей растительного покрова. Объектом ФГА выступают природные и природно-антропогенные геосистемы локального уровня. Предмет ФГА – динамика геосистем и связанные с ней изменения их геоэкологических характеристик (средо- и ресурсовоспроизводящих свойств, продуктивности, биоразнообразия, экологического равновесия), диагностируемые по фитоиндикаторам.

Теоретико-методологической основой ФГА выступает совокупность системного (геосистемного), ландшафтно-географического, экологического, геоботанического (эколого-фитоценотического и эколого-флористического) подходов. Ведущее положение занимает гео-

экологический подход к динамике геосистем и их растительного компонента [5]. Отношения между объектами и субъектами ФГА выражаются через понятие геоэкологической ситуации – пространственно-временного сочетания природно-антропогенных средообразующих условий и экологических проблем, существенно влияющих на системы жизнеобеспечения человека.

**Методические подходы.** ФГА территории реализован как алгоритм методических разработок, представляющих следующие этапы:

1. Изучение природно-ландшафтной дифференциации территории; привязка к существующим схемам природно-ландшафтного районирования и классификации. Выяснение системы местоположений (на основе топографических карт масштаба 1:10000, 1:100000; полевых наблюдений).

2. Разработка модели сукцессионного комплекса как системы автогенных сукцессионных рядов, привязанных к типам местоположений. Выяснение основных характеристик сукцессионных процессов (на основе маршрутных наблюдений и исследований на постоянных пробных площадках).

3. Изучение современного использования земель. Инвентаризация видов землепользования и определение ареалов их распространения. Оценка антропогенной нагрузки. Выявление негативных природно-антропогенных процессов, определение их ареалов (по фитоиндикаторам, в качестве которых выступают растительные сообщества и их характери-

ки). Оценка загрязнения компонентов геосистем (по литературным и фондовым источникам, а также по биоморфологическим фитоиндикаторам). Выявление зон деградации растительного покрова, вызванной загрязнением.

4. Выяснение влияния антропогенной нагрузки и трансформации геосистем на сукцессионные процессы. Сравнение восстановительных сукцессий в геосистемах, имеющих различный уровень антропогенной трансформации. Определение современного сукцессионного статуса геосистем территории (сукцессионный статус геосистемы скоррелирован с ее средообразующими и средозащитными свойствами, продуктивностью, биоразнообразием). Оценка потенциала самовосстановления геосистем.

5. Оценка напряженности современной геоэкологической ситуации по соотношению процессов восстановления и деградации геосистем, с учетом загрязнения их компонентов. Анализ и оценка современных динамических тенденций.

Операционная территориальная единица при ФГА – геоэкологический участок. Геоэкологический участок представляет собой мезоформу рельефа с однородной литогенной основой и характеризуется определенным набором антропогенных нагрузок и нарушений, то есть территорию, относительно однородную по природно-антропогенным условиям, как правило, имеющую размер от первых км<sup>2</sup> до нескольких десятков км<sup>2</sup>. Основной картографический материал, отражающий результаты ФГА, представляется в виде набора карт: природно-ландшафтной основы, структуры землепользования; негативных природно-антропогенных процессов, современных сукцессионных статусов геосистем, средообразующей способности растительного покрова (актуальной), современных динамических тенденций, оценки напряженности геоэкологических ситуаций.

**Результаты и их обсуждение.** Рассмотрим применение фитоиндикационно-геоэкологического анализа на территории на примере модельного района, расположенного на юго-востоке Беларуси. Модельный район «РУМ» представляет собой территорию, обособленную долинами малых рек: Рандовка (с севера); Уза (с запада); Мильчанская канава (с востока и юго-востока). Общая площадь района составляет 72,3 км<sup>2</sup>. Структура землепользования характеризуется преобладанием лесных геосистем – 43,9 %. Луга, пастбища, сенокосы составляют 19,9 %. Пахотные земли – 20,1 %. На долю нарушенных и застроенных земель приходится 16,1% территории. Про-

мышленно-техногенная нагрузка на геосистемы района связана с Гомельским химическим заводом, Гомельским радиозаводом, городской свалкой ТБО, полями фильтрации (размещены в пределах района), ТЭЦ-2, заводом «Центролит», птицефабрикой (размещены в непосредственной близости к границам района). Территория модельного района играет важную роль экологического буфера, компенсирующего влияние промышленных зон города Гомеля.

В пределах модельного района были выделены 7 участков, отличающихся природными условиями, величиной антропогенной нагрузки и спецификой хозяйственного освоения: I – северный участок (моренно-зандровая равнина, с покровом лессовидных суглинков; доминирует сельскохозяйственная нагрузка); II – северо-западный участок (2-я надпойменная терраса; доминирует сельскохозяйственная нагрузка); III – северо-восточный участок (эктон моренно-зандрового и аллювиального террасированного ландшафта; доминирует промышленно-техногенный тип нагрузки); IV – центральный участок (2-я надпойменная терраса; преобладают лесные геосистемы); V – юго-западный участок (1-я надпойменная терраса; преобладают лесные геосистемы); VII – юго-восточный участок (1-я надпойменная терраса, захватывает западную окраину города Гомеля; доминирует нагрузка, связанная с городской застройкой и рекреацией); VIII – южный участок (1-я надпойменная терраса; характерна многофакторная антропогенная нагрузка – сельскохозяйственная деятельность, складирование отходов).

Геосистемы модельного района были оценены по ряду показателей: коэффициент пораженности территории современными геологическими процессами –  $ПТ_{ст} = (S_{ст}/S) * 100 \%$ , где  $S_{ст}$  – площадь распространения современных геологических процессов;  $S$  – общая площадь; коэффициент пораженности территории дигрессиями растительности –  $ПТ_{др} = (S_{др}/S) * 100 \%$ , где  $S_{др}$  – площадь территории, на которой отмечаются дигрессивная динамика растительности (антропогенных модификаций лесных геосистем, связанных с рекреацией, загрязнением атмосферы, пожарами, подтоплением);  $S$  – общая площадь;  $ПТ_{кз}$  – удельная площадь территории с катастрофическим уровнем загрязнения почв и вод (уровень загрязнения, при котором существование высшей растительности невозможно); коэффициент экологической стабильности:  $K_c = \sum s_i * k_i * g$ , где  $s_i$  – удельная площадь вида землепользования;  $k_i$  – экологическая значимость этого вида землепользования;  $g$  – коэффициент устой-

чиво  
щад  
самс  
покр  
гене  
ност  
ситу  
нен  
опуб  
Г  
дята  
туац  
где  
бали  
Напу  
дели  
ранг  
ляю  
щие  
мал  
твор  
(кри  
(кри  
ная  
ноц  
лен  
чес  
глу  
цио  
гео  
пре  
чес  
тив  
пре  
кий  
май  
ток  
43,  
ти  
пл  
те  
ни  
Кри  
ПТ<sub>к</sub>  
ПТ<sub>д</sub>  
ПТ<sub>ст</sub>  
С<sub>к</sub>  
К<sub>с</sub>  
На  
(но  
(кр  
стр

ности рельефа [6];  $S_{псв=0}$  – удельная площадь участков с «нулевым» потенциалом восстановления (здания, асфальтовые покрытия, токсичные грунты). Для уточнения негиза дигрессивных изменений растительности и последующей оценки геоэкологической ситуации использовались данные по загрязнению компонентов геосистем, взятые из опубликованных и фондовых источников.

Градации оценочных показателей приводятся в таблице 1. Индекс напряженности ситуации рассчитывается по формуле:  $H_{гэс} = \sum H_i / n$ , где  $H_i$  – напряженность по  $i$ -му показателю,  $n$  – число используемых показателей. Напряженность геоэкологической ситуации модельного района (геосистемы более высокого ранга) оценивается на основе анализа составляющих его участков. Предлагаются следующие градации  $H_{гэс}$ : 1,0–1,50 – очень низкая (нормальная ситуация); 1,51–2,50 – низкая (удовлетворительная ситуация); 2,51–3,50 – средняя (типичная ситуация); 3,51–4,50 – сильная (кризисная ситуация); 4,51–5,00 – очень сильная (катастрофическая ситуация).

Геоэкологическая ситуация зависит от соотношения процессов деградации и восстановления геосистем. Напряженность геоэкологической ситуации возрастает при увеличении интенсивности и пространственного охвата деградационных процессов, снижении способности систем выполнять средо- и ресурсовоспроизводящие функции, сохранять экологическое равновесие, поддерживать биопродуктивность и биоразнообразие.

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что в делах модельного района имеется широкий спектр геоэкологических ситуаций: от нормальной (участки IV и V) до кризисной (участки I, II, III). Нормальная ситуация характерна для 1,0 %, удовлетворительная – для 4,6 %, кризисная – для 41,6 %, катастрофическая – для 10,7 % площади всего района. Кризисная ситуация на территории участка III обусловлена преобладанием здесь геосистем с низким средообразу-

ющим потенциалом (застройка, нарушенные земли), значительной степенью пораженности современными геологическими процессами и дигрессиями растительности, высоким уровнем химического загрязнения. В целом для территории модельного района характерна удовлетворительная ситуация.

Динамические тенденции (при условии сохранения современного уровня антропогенной нагрузки) были оценены по особенностям потенциально возможного протекания восстановительных сукцессий. Учитывалось соотношение геосистем с дигрессивной динамикой; геосистем, в которых восстановительная сукцессия задерживается на тех или иных стадиях; геосистем с нормальным режимом протекания сукцессий (таблица 3). Геосистемы с дигрессивной динамикой имеют широкое распространение на территории VI (на 39,1 % площади) и III (19,4 %) участков. Задержка сукцессии на той или иной стадии характерна для I (на 97,5 % площади), III (80,2 %), и VI (60,9 %) участков. В нормальном режиме восстановительные сукцессии протекают на территории II (84,1 %), IV (87,7 %), V (98,3 %) и VII (52,8 %) участков. Исходя из этого, благоприятные и относительно благоприятные тенденции характерны для участков II, IV, V и VII (напряженность геоэкологической ситуации сохраняется

**Таблица 2 – Оценка напряженности геоэкологической ситуации на территории модельного района «РУМ»**

Показатель	Участок						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
ПТ <sub>см</sub> , %	5,3	1,1	18,4	4,8	0,2	1,2	5,2
ПТ <sub>кз</sub> , %	0	0	1,6	0	0	0	0,3
ПТ <sub>др</sub> , %	1,5	0,3	12,1	3,0	0	13,3	3,5
K <sub>c</sub>	0,19	0,40	-0,23	0,84	0,83	-0,18	0,25
S <sub>псв=0</sub> , %	5,7	4,6	46,8	0,7	0,8	40,5	6,2
H <sub>гэс</sub> , балл	2,6	1,8	3,6	1,4	1,0	3,0	2,8
Удельная площадь, %	28,3	4,6	10,7	28,0	15,1	5,5	7,8

**Таблица 3 – Оценка динамических тенденций на территории модельного района «РУМ»**

Показатель	Участок						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Геосистемы с дигрессивной динамикой растительности, %	1,7	0,3	19,4	9,7	0,2	39,1	3,6
Геосистемы, в которых сукцессия задерживается на начальной стадии, %	5,7	4,6	51,2	1,1	1,0	40,5	6,2
Геосистемы, в которых сукцессия задерживается на бурьянных и луговых стадиях, %	52,9	7,5	21,6	0,7	0	7,8	23,5
Геосистемы, в которых сукцессия задерживается на стадии раннесукцессионного леса, %	38,7	3,5	7,5	0,8	0,5	12,6	13,9
Геосистемы, в которых сукцессии протекают в нормальном режиме, %	1,0	84,1	0,4	87,7	98,3	0	52,8

**Таблица 1 – Критерии оценки напряженности геоэкологической ситуации**

Критерий	Геоэкологическая ситуация				
	1	2	3	4	5
%	<1	1–5	5–25	25–50	>50
%	<1	1–5	5–25	25–50	>50
%	0	0–1	1–5	5–25	>25
%	<1	1–5	5–25	25–50	>50
Индекс	1,0–0,67	0,66–0,51	0,50–0,34	0,33–0,0	<0,0

Напряженность геоэкологической ситуации: 1 – очень низкая (нормальная); 2 – низкая (удовлетворительная); 3 – средняя (типичная); 4 – сильная (кризисная); 5 – очень сильная (катастрофическая).

на нынешнем уровне), неблагоприятные – на участках I, III, VI (напряженность геоэкологической ситуации будет возрастать). В результате на территории модельного района в целом напряженность геоэкологической ситуации возрастет (с удовлетворительной до критической).

**Заключение.** Таким образом, проведенные исследования показывают, что разработанный фитоиндикационно-геоэкологический анализ позволяет: 1) выявить и установить ареалы распространения негативных природно-антропогенных процессов; 2) на основе экологических критериев выполнить оценку современной геоэкологической ситуации; 3) оценить динамические тенденции, определяющие будущие геоэкологические ситуации. Результаты ФГА могут служить основой для прогнозирования динамики геосистем, теоретического обоснования экологических нормативов и путей оптимизации природопользования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев, А.П. Фитоиндикаторы инженерно-геологических процессов на территории города / А.П. Гусев // Природные ресурсы. – 2006. – № 3. – С. 33–40.
2. Гусев, А.П. Индикаторы деградации лесных ландшафтов Белорусского Полесья в зоне влияния химического произ-

водства / А.П. Гусев // География и природные ресурсы. – 2005. – № 4. – С. 145–147.

3. Гусев, А.П. Рекреационная трансформация дубрав Белорусского Полесья и ее индикаторы / А.П. Гусев, А.С. Соколов // Сибирский экологический журнал. – 2007. – № 2. – Т. 14. – С. 297–304.
4. Гусев, А.П. Сукцессии растительности и оценка способности техногенно-нарушенных геосистем к самовосстановлению / А.П. Гусев // Вестник БГУ. Сер. 2. – 2008. – № 2. – С. 82–86.
5. Гусев, А.П. Геоэкологический подход к изучению динамики геосистем методом фитоиндикации / А.П. Гусев // Экологическая безопасность и ресурсосбережение: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 17 дек. 2008 г. / редкол.: О.Г. Акушко (отв. ред.) и др. – Гомель: БелГУТ, 2008. – С. 30–33.
6. Агроэкология / под ред. В.А. Черникова, А.И. Чежереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.

#### SUMMARY

*Theoretical bases of the phytoidication-geoecological analysis (PGA) of geosystems are considered. Essence PGA – studying of time-spatial changes of geoecological condition of the geosystems reflected in a complex of parameters of a vegetative cover is given. Subject PGA – dynamics of geosystems and changes of their geoecological characteristics connected to it are described in the article. The technique of carrying out PGA of territory of test area is considered.*

УДК 551.4

**Ж.А. Шуляк, заведующий сектором геоэкологии УП «Космоаэрогеология»,  
соискатель географического факультета БГУ**

## АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДИНАМИКИ УНИКАЛЬНЫХ ПОЙМЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

**Введение.** В настоящее время на территории Белорусского Полесья в бассейне реки Припять с целью сохранения уникальных пойменных ландшафтов и биологического разнообразия была сформирована сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Наличие пойменных ключевых биотопов и особенности водного режима территории обусловили сохранение редких видов флоры и фауны национальной и общеевропейской природоохранной ценности, в том числе популяций редких видов птиц: большой подорлик, дупель, вертлявая камышевка и др. В связи с этим, в конце 90-х годов ООПТ Полесья был присвоен международный статус. С целью охраны водно-болотных угодий статус Рамсарской территории при-

своен Республиканским ландшафтным заказником «Ольманские Болота», «Средняя Припять» «Простырь», биологическим заказником «Споровский», «Званец». В соответствии с Директивой о сохранении диких птиц Европы статус ключевых орнитологических территорий международного значения присвоен Национальному парку «Припятский», заказникам «Средняя Припять», «Споровский», «Званец» и «Простырь».

В последние десятилетия на территории Полесья отмечаются актуальные проблемы по сохранению уникальных пойменных ландшафтов и биоразнообразия. Данные проблемы связаны с изменениями природно-климатических условий территории и особенностями хозяйственной деятельности. В результате проведения широкомасштабных мелиоратив-