

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ИНСТИТУТ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ»

Природо- пользование

Сборник научных трудов

Основан в 1996 году

Выпуск 17



МИНСК

Издатель А. Н. Вараксин

2010

В сборнике приведены результаты исследований по проблемам природопользования и охраны окружающей среды, разработки биосферносовместимых технологий переработки и использования твердых горючих ископаемых, растительного сырья и отходов

Рассчитан на широкий круг научных и инженерно-технических работников, специализирующихся в области рационального природопользования и экологии.

Главный редактор
член-корреспондент, д-р геол. -мин. наук А. К. Карабанов

РЕДКОЛЛЕГИЯ:

академик, д-р сел.-хоз наук Н. Н. Бамбалов, д-р техн. наук Н. И. Березовский, д-р техн. наук
Г. П. Бровка, д-р техн. наук А. П. Гаврильчик, д-р геогр. наук А. А. Волчек, канд. геогр. наук
О. В. Кадацкая, д-р техн. наук С. В. Какарека, канд. техн. наук Г. А. Камышенко, д-р геогр. наук
Т. И. Кухарчик (отв. секретарь), д-р геогр. наук В. Н. Киселев, член-корреспондент, д-р геол.-мин. наук
А. В. Кудельский, академик, д-р геогр. наук В. Ф. Логинов, академик, д-р техн. наук И. И. Лиштван,
канд. техн. наук В. Н. Марцуль, академик, д-р геол.-мин. наук А. В. Матвеев, д-р техн. наук
Э. И. Михневич, д-р техн. наук Г. В. Наумова, д-р геогр. наук И. И. Пирожник, член-корреспондент,
д-р хим. наук А. И. Ратько, канд. геол.-мин. наук В. В. Савченко, канд. геогр. наук М. И. Струк,
канд. хим. наук А. Э. Томсон (зам. гл. редактора), д-р техн. наук П. Л. Фалюшин, д-р геогр. наук
В. С. Хомич (зам. гл. редактора), академик, д-р сел.-хоз наук А. Р. Цыганов

Адрес редакции:
ул. Ф. Скорины, 10, 220114 г. Минск
тел. (017) 267-26-32, факс (017) 267-24-13
E-mail: nature@ecology.basnet.by

© Институт природопользования НАН Беларуси, 2010

© Оформление.

Издатель А. Н. Варакин, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

I. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Карабанов А. К., Камышенко Г. А.	Основные результаты деятельности Института природопользования НАН Беларуси в 2009 г.	5
Какарека С. В., Мальчихина А. В.	Использование модели RAINS/GAINS для оценки затрат на снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух	13
Мальчихина А. В.	Прогноз выбросов аммиака в атмосферный воздух на территории Беларуси	21
Логинов В. Ф., Кадыров М. А., Камышенко Г. А.	Основные принципы адаптации земледелия Беларуси к изменяющемуся климату	28
Логинов В. Ф., Коляда В. В., Савич-Шемет О. Г.	Сравнительный анализ многолетней урожайности озимой и яровой пшеницы в Беларуси, Польше, Германии, Великобритании и Нидерландах	40
Матвеев А. В., Нечипоренко Л. А.	Современные геологические процессы в среднем течении р. Вилии (Беларусь)	44
Матвеев А. В.	Состояние и перспективы расширения сырьевой базы строительных песков на территории Могилевской области	50
Рогуневич В. П., Шнипов Ф. Д., Евдокимов В. А.	Необходимость и возможность создания интегрированной автоматической измерительной информационной системы речных бассейнов	56
Лукашев О. В., Натаров В. М., Лукашева Н. Г., Савченко С. В.	Химический состав снеговых вод Березинского биосферного заповедника	63
Васнева О. В.	Моделирование процессов распространения пестицидов в подземных водах на территории Поставского захоронения	69
Ракович В. А.	Аккумуляция углерода естественными болотами Беларуси по периодам голоцена	78
Ракович В. А., Молокова Н. В., Селивончик Т. В.	Оценка потери углерода и эмиссии диоксида углерода с выработанных торфяных месторождений	85
Тановицкая Н. И., Ратникова О. Н.	Особенности стратиграфии торфяных залежей верховых болот Западно-Поозерской торфяно-болотной области	91
Рупасова Ж. А., Яковлев А. П., Василевская Т. И.	Влияние способа эксплуатации торфяников на биохимический состав плодов представителей рода <i>Oxycoccus Hill</i> в условиях севера Беларуси	102
Гусев А. П., Шпилевская Н. С.	Фитоиндикационно-геоэкологический анализ антропогенной динамики лесного ландшафта	108
Козловская И. П.	Сравнительная оценка эффективности тепличных агроценозов с использованием синтетических и органических корнеобитаемых сред	114
Коляда В. В., Шубская Ю. А.	Оценки факторов изменения агротермических ресурсов Беларуси	118
Тышкевич В. Е.	Окупаемость расходов и интенсификация охотничьего хозяйства Беларуси	126

А. П. Гусев, Н. С. Шпилевская

**ФИТОИНДИКАЦИОННО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
АНТРОПОГЕННОЙ ДИНАМИКИ ЛЕСНОГО ЛАНДШАФТА**

Рассмотрены общая схема и результаты фитоиндикационно-геоэкологического анализа антропогенной динамики геосистем юго-востока Беларуси. Предложен новый методический подход к оценке напряженности геоэкологической ситуации, базирующийся на изучении процессов деградации и восстановления геосистем. Рассмотрены особенности процессов деградации лесных геосистем, отражающиеся в фитоиндикационных показателях. Динамические тенденции на территории модельного района были оценены по особенностям потенциально возможного протекания восстановительных сукцессий. В качестве критерия оценки использовано площадное соотношение геосистем с дигрессивной динамикой; геосистем, в которых восстановительная сукцессия задерживается на тех или иных стадиях; геосистем с нормальным режимом протекания сукцессий.

В целях совершенствования системы геоэкологической оценки на основе исследований, проведенных в 1998–2009 гг., 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.

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 (на основе топографических карт, космоснимков, полевых наблюдений). Оценка антропогенной нагрузки. Выявление негативных природно-антропогенных процессов, определение их ареалов (по фитоиндикаторам, в качестве которых

выступают растительные сообщества и их характеристики). Оценка загрязнения компонентов геосистем (по литературным и фондовым источникам, а также по 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.

Исследования проводились на территории модельного района, расположенного на юго-востоке Беларуси. Модельный район 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 км². Структура землепользования характеризуется преобладанием лесных геосистем – 43,9 %. Луга, пастбища, сенокосы занимают 24,1 %. Пахотные земли – 19,5 %. На долю нарушенных и застроенных земель приходится 10,2 % территории. Промышленно-техногенная нагрузка на геосистемы района связана с Гомельским химическим заводом, Гомельским радиозаводом, городской свалкой твердых бытовых отходов, полями фильтрации и рядом других техногенных объектов. Природно-ландшафтная основа представлена аллювиальным террасированным ландшафтом (53,7 % территории); моренно-зандровым ландшафтом (42,0 %) и пойменным ланд-

шафтом (4,3 %) (согласно классификации природных ландшафтов Беларуси [3]).

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); VI – юго-восточный участок (1-я надпойменная терраса, захватывает западную окраину города Гомеля; доминирует нагрузка, связанная с городской застройкой и рекреацией); VII – южный участок (1-я надпойменная терраса; характерна многофакторная антропогенная нагрузка – сельскохозяйственная деятельность, складирование отходов).

Полевые работы выполнялись на ключевых участках и включали геоботаническую съемку по общепринятой методике [4] (2–5 пробных площадок размером 100–200 м² на ключевом участке); определение характеристик модельных деревьев (не менее 20 штук на ключевом участке); определение показателей антропогенного воздействия; выяснение природно-ландшафтных условий (тип почв, состав почвообразующих пород, глубина залегания грунтовых вод, проявления современных геологических процессов). Общее количество ключевых участков – 220, из них в лесных геосистемах – 102 ключевых участка.

В качестве критериев оценки потенциала самовосстановления рассматривались показатели автогенных сукцессий растительности: длительность абиогенного этапа (время от момента формирования субстрата до появления пионерных группировок); длительность пионерной стадии, общая длительность нелесных стадий; время появления деревьев (год с начала сукцессии) и др. Для оценки состояния растительного покрова и сукцессионного статуса геосистем также использовались видовое богатство (число видов на 100 м²); численность естественного возобновления древесных видов (шт./га); доля терофитов в спектре жизненных форм (проценты от всех видов); доля фанерофитов в спектре жизненных форм (проценты от всех видов); представленность видов класса *Quercus-Fagetum* (неморальные широколиственные леса) эколого-флористической классификации Браун-Бланке [6] (проценты от общего числа видов); представленность видов класса *Vaccinio-Piceetum* (бореальные хвойные леса) эколого-флористической классификации Браун-Бланке (проценты от общего числа видов); представленность лесных видов (виды всех лесных классов растительности, про-

центры от общего числа видов); синантропизация (доля видов синантропных классов *Stellarietum media*, *Artemisietum vulgaris*, *Agropyretum repens* и так далее эколого-флористической классификации Браун-Бланке, проценты от общего числа видов). Оценка адвентизации растительности выполнялась по критериям: АД₁ – доля адвентивных видов от общего числа видов флоры (проценты от числа всех видов), характеризует степень адвентизации флоры; АД₂ – доля адвентивных видов в покрытии (проценты от общего проективного покрытия), характеризует эколого-ценотическое значение адвентивных видов в растительном покрове; АД₃ – доля адвентивных видов деревьев от общего числа древесных видов; АД₄ – доля адвентивных видов деревьев от общей численности естественного возобновления, характеризует эколого-ценотическое значение адвентивных деревьев, их способность к самовоспроизводству. Оценка состояния древостоя (насаждения) на ключевом участке выполнялась путем расчета индекса состояния древостоя по формуле

$$L_n = (100n_1 + 70n_2 + 40n_3 + 5n_4) / N,$$

где n_1 – количество здоровых деревьев; n_2 – количество ослабленных деревьев; n_3 – количество сильно ослабленных деревьев; n_4 – количество усыхающих деревьев; N – общее количество деревьев (включая сухостой) [5].

Для напряженности геоэкологической ситуации использовались: коэффициент пораженности территории современными геологическими процессами

$$ПТ_{гп} = (S_{гп} / S) \cdot 100 \%,$$

где $S_{гп}$ – площадь распространения современных геологических процессов; S – общая площадь; коэффициент пораженности территории дигрессиями растительности

$$ПТ_{др} = (S_{др} / S) \cdot 100 \%,$$

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 не возможно); коэффициент экологической стабильности:

$$K_c = \sum s_i \cdot k_i \cdot g,$$

где s_i – удельная площадь вида землепользования; k_i – экологическая значимость этого вида землепользования; g – коэффициент устойчивости рельефа [1]; $S_{псв=0}$ – удельная площадь участков с «нулевым» потенциалом самовосстановления (здания, асфальтовые покрытия, токсичные грунты). Для уточнения генезиса дигрессивных изменений растительности и последующей оценки геоэкологической ситуации использова-

лись данные по загрязнению компонентов геосистем, взятые из опубликованных и фондовых источников. Градации оценочных показателей, приводятся в табл. 1.

Индекс напряженности ситуации рассчитывается по формуле:

$$H_{\text{гэс}} = \sum H_i / n,$$

где H_i – напряженность по i -му показателю, балл; n – число используемых показателей. Напряженность геоэкологической ситуации модельного района (геосистемы более высокого ранга) оценивается на основе анализа составляющих его участков. Предлагаются следующие градации $H_{\text{гэс}}$: 1,0–1,50 – очень низкая (нормальная ситуация); 1,51–2,50 – низкая (удовлетворительная ситуация); 2,51–3,50 – средняя (критическая ситуация); 3,51–4,50 – сильная (кризисная ситуация); 4,51–5,00 – очень сильная (катастрофическая ситуация).

Основной картографический материал, отражающий результаты ФГА, представлялся в виде набора карт, выполненных с помощью программного пакета ArcView 3.2a: природно-ландшафтной основы; структуры землепользования;

размещения ключевых участков; негативных природно-антропогенных процессов; современных сукцессионных статусов геосистем; средообразующей способности растительного покрова (актуальной); современных динамических тенденций, оценки напряженности геоэкологических ситуаций. Расчет площадных показателей осуществлялся на основе модуля Spatial Analyst 2.0a. Статическая обработка выполнялась с помощью программного пакета STATISTICA 6.0.

Геоэкологическая ситуация зависит от соотношения процессов деградации и восстановления геосистем. Ее напряженность возрастает при увеличении глубины и пространственного охвата деградационных процессов, снижении способности геосистем выполнять средо- и ресурсовоспроизводящие функции, сохранять экологическое равновесие, поддерживать биопродуктивность и биоразнообразие.

Спектр процессов деградации геосистем района представлен в табл. 2. Видно, что в наибольшей степени этими процессами поражена территория III участка.

Таблица 1. Критерии оценки напряженности геоэкологической ситуации*

Критерий	Геоэкологическая ситуация				
	1	2	3	4	5
ПТ _{стп} , %	< 1	1–5	5–25	25–50	> 50
ПТ _{др} , %	< 1	1–5	5–25	25–50	> 50
ПТ _{кз} , %	0	0–1	1–5	5–25	> 25
S _{ПСВ=0} , %	< 1	1–5	5–25	25–50	> 50
K _c	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 (критическая); 4 – сильная (кризисная); 5 – очень сильная (катастрофическая).

Таблица 2. Негативные природно-антропогенные процессы на территории модельного района

Показатель	Участки						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Подтопление и заболачивание, %	1,2	1,1	12,9	4,8	0,2	1,2	1,0
Водная эрозия, %	5,0	0	5,5	0	0	0	4,2
Дигрессия лесных экосистем, %	1,5	0,3	12,1	3,0	0	13,3	3,5
Дигрессия лесных экосистем, % от площади лесных экосистем	55,6	10,3	53,5	3,2	0	49,3	17,9
Гибель растительности, %	0	0	1,6	0	0	0	0,3

Дигрессия лесной растительности – один из наиболее распространенных негативных процессов на изучаемой территории (3,6 % всей территории района и свыше 8 % площади лесных геосистем), оказывающий значительное влияние на ее средообразующий потенциал. Дигрессивная динамика обусловлена различными видами антропогенного воздействия: рекреация; воздействие выбросов транспорта и стационарных источников (промышленных предприятий); пирогенное воздействие, подтопление. Наиболее широко распространенным фактором деградации

лесных геосистем на территории района исследований являются пожары, возникновение которых тесно связано с деятельностью человека. Максимальная степень деградации (вплоть до разрушения древостоя) имеет место при комбинированном воздействии нескольких антропогенных факторов: химического загрязнения и пожаров, рекреации и пожаров. Нарушение древесного яруса обуславливает трансформацию видового состава растительности нижних ярусов. При разрушении или повреждении древостоя нижние ярусы «открываются» и нагрузка на них усиливается.

ется. Так, в экосистемах с сильно поврежденным и поврежденным древостоем доля лесных видов составляет от 6,3 до 62,5 % от общего числа видов (среднее значение – 27,1 %); доля синантропных видов от 4,8 до 57,1 % (23,9 %). В спектре жизненных форм возрастает доля терофитов (с 0,5 % в фоновых лесах до 11,4 %) и уменьшается доля фанерофитов (с 50,5 % в фоновых лесах до 26,6 %). В нарушенные экосистемы вторгаются адвентивные виды, которые практически отсутствуют в фоновых лесах. Их доля может составлять до 30 % от общего числа видов и 40 % от общего проективного покрытия. В травяном ярусе сосновых лесов с разрушенным и сильно поврежденным древостоем доминируют синантропные и луговые виды – *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Chamerion angustifolium* (L.) Holub, *Tanacetum vulgare* L., *Chelidonium majus* L., *Achillea millefolium* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronqist, *Rumex acetosella* L., *Daucus carota* L., *Oenothera biennis* L., *Dactylis glomerata* L. и др. Из лесных видов присутствуют лишь немногие:

Convallaria majalis L., *Melampyrum sylvaticum* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. и некоторые другие. Численность естественного возобновления древесных пород, как правило, не превышает 2–3 тыс. шт./га и представлено *Betula pendula* Roth., *Populus tremula* L., реже *Pinus silvestris* L., *Quercus robur* L. В лесах, примыкающих к городской застройке, в естественном возобновлении увеличивается доля адвентивных *Acer negundo* L. и *Robinia pseudoacacia* L.

Состояние конкретной лесной геосистемы зависит как от локальной нагрузки, так и от состояния окружающих геосистем (табл. 3). Так, состояние древесного яруса (индекс L_n) улучшается по мере роста коэффициента экологической стабильности окружающей геосистемы, величины лесного массива и расстояния до ближайшего источника выбросов. И, наоборот, чем выше площадь геосистем с «нулевым» потенциалом самовосстановления и величина пирогенного воздействия, тем хуже состояние древесного яруса.

Таблица 3. Взаимосвязь показателей деградации лесных экосистем с ландшафтно-экологическими факторами (коэффициент корреляции R Спирмена, $p < 0,05$)

Показатель	$S_{\text{тсв}=0}$	K_c	S_l	R_1	R_2	ПВ
Видовое богатство (число видов на 100 м ²)	Н.д.*	Н.д.	Н.д.	Н.д.	0,22	Н.д.
Представленность лесных видов (проценты от общего числа видов)	-0,51	0,68	0,66	0,36	0,24	-0,51
Представленность синантропных видов (проценты от общего числа видов)	0,49	-0,68	-0,62	-0,37	-0,27	0,47
Представленность терофитов (проценты от общего числа видов)	0,47	-0,55	-0,54	Н.д.	-0,26	0,30
Представленность фанерофитов (проценты от общего числа видов)	-0,33	0,48	0,54	Н.д.	0,26	-0,42
Численность естественного возобновления древесных видов (шт./га)	-0,34	0,42	0,40	Н.д.	0,32	-0,23
Представленность видов класса <i>Quercus-Fagetea</i> – неморальные широколиственные леса (проценты от общего числа видов)	-0,41	0,58	0,51	0,25	0,35	-0,53
AD_1	0,45	-0,48	-0,49	Н.д.	Н.д.	0,34
AD_2	0,35	-0,35	-0,40	Н.д.	Н.д.	0,27
AD_3	0,34	-0,40	-0,39	-0,28	Н.д.	Н.д.
AD_4	0,35	-0,40	-0,38	-0,26	Н.д.	Н.д.
L_n	-0,38	0,54	0,48	0,50	Н.д.	-0,49

Примечание. Н.д.* – значение коэффициентов корреляции недостоверны ($p > 0,05$). $S_{\text{тсв}=0}$ – удельная площадь геосистем с «нулевым» потенциалом самовосстановления, % (в скользящем квадрате 1x1 км); K_c – коэффициент экологической стабильности геосистемы (в скользящем квадрате 1x1 км); S_l – площадь лесного массива, в пределах которого размещен ключевой участок; R_1 – расстояние до ближайшего источника выбросов, км; R_2 – расстояние до ближайшей жилой застройки, км; ПВ – пирогенное воздействие (средняя высота нагара на модельных деревьях, м).

Анализ показал (табл. 4), что в пределах модельного района имеется широкий спектр геоэкологических ситуаций: от нормальной (участки IV и V) до кризисной (участок III). Нормальная ситуация характерна для 43,1 %, удовлетворительная – для 4,6 %, критическая – для 41,6 %, кризисная – для 10,7 % площади всего района. Кризисная ситуация на территории участка III обусловлена преобладанием здесь геосистем с низ-

ким средообразующим потенциалом (застройка, нарушенные земли), значительной степенью пораженности современными геологическими процессами и дигрессиями растительности, высоким уровнем химического загрязнения (в зоне влияния полигона твердых отходов Гомельского химического завода). В целом на территории модельного района удовлетворительная ситуация.

Таблица 4. Оценка напряженности геоэкологической ситуации на территории модельного района

Показатель	Участок						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
ПТ _{срн} , %	5,3	1,1	18,4	4,8	0,2	1,2	5,2
ПТ _{кз} , %	0	0	1,6	0	0	0	0,3
ПТ _{др} , %	1,5	0,3	12,1	3,0	0	13,3	3,5
K _c	0,19	0,40	-0,23	0,84	0,83	-0,18	0,25
С _{тсв=0} , %	5,7	4,6	46,8	0,7	0,8	40,5	6,2
H _{тсв} , балл	2,6	1,8	3,6	1,4	1,0	3,0	2,8
Удельная площадь участка, %	28,3	4,6	10,7	28,0	15,1	5,5	7,8

Динамические тенденции (при условии сохранения современного уровня антропогенной нагрузки) были оценены по особенностям потенциально возможного протекания восстановительных сукцессий. При этом исходили из того, что для природных геосистем угрозой представляет не столько антропогенное уничтожение какой-либо биологической части, сколько разрушение механизма самовосстановления, так как биота и экосистемы способны регенерироваться в ходе сукцессий, пока не нарушены основные связи саморегулирования [2]. Критериями нарушения восстановительных процессов (уровня деградации потенциала самовосстановления) служили: 1) признаки задержки сукцессий на нелесных стадиях – длительный абигенный этап (2–10 и более лет); длительная пионерная стадия (3–10 и более лет); отсутствие или низкая численность естественного возобновления раннесукцессионных деревьев; низкое проективное покрытие травянистой растительности; 2) признаки

задержки сукцессий на стадии раннесукцессионного леса – отсутствие или низкая численность естественного возобновления позднесукцессионных деревьев; высокая синантропизация травяной, кустарниковой и древесной растительности; низкая представленность видов класса *Quercus-Fagetea*; 3) показатели адвентизации растительности – высокая степень адвентизации естественного возобновления деревьев и кустарников на нелесных стадиях; высокая степень адвентизации травяной, кустарниковой и древесной растительности на лесных стадиях; наличие естественного возобновления адвентивных деревьев.

Важным критерием оценки динамических тенденций территории является площадное соотношение геосистем с дигрессивной динамикой; геосистем, в которых восстановительная сукцессия задерживается на тех или иных стадиях; геосистем с нормальным режимом протекания сукцессий (табл. 5).

Таблица 5. Оценка динамических тенденций на территории модельного района

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	46,8	0,7	0,8	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	11,8	1,2	0,5	12,6	13,9
Геосистемы, в которых сукцессии протекают в нормальном режиме, %	1,0	84,1	0,4	87,7	98,5	0	52,8

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, благоприят-

ные и относительно благоприятные тенденции характерны для участков II, IV, V и VII (напряженность геоэкологической ситуации сохраняется 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.

Таким образом, выполненные исследования показывают, что разработанный ФГА 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 потенциальные геоэкологические ситуации.

Результаты ФГА могут служить основой для прогнозирования динамики геосистем, теоретического обоснования экологических нормативов и путей оптимизации природопользования.

Литература

1. Агроэкология / Под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. М., 2000.
2. Зональные типы биомов России: Антропогенные нарушения и естественные процессы восстановления экологического потенциала ландшафтов / Под ред. К. М. Петрова. СПб, 2003.
3. Марцинкевич Г. И. Ландшафтоведение: Учебник. Минск, 2007.
4. Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И. Современная наука о растительности: Учебник. М., 2002.
5. Пугачевский А. В., Кравчук Л. А., Судник А. В., Моложавский А. А. Методические подходы к оценке и картографированию состояния и устойчивости к антропогенным нагрузкам насаждений городов // Природные ресурсы. 2007. № 3. С. 33–44.
6. Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. Wien – New York, 1964.

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

А. П. Гусев, Н. С. Шпилевская

ФИТОИНДИКАЦИОННО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННОЙ ДИНАМИКИ ЛЕСНОГО ЛАНДШАФТА

Рассматривается ФГА динамики геосистем – методологическая концепция геоэкологических исследований динамики геосистем с использованием фитоиндикационных критериев. Общая схема фитоиндикационно-геоэкологического анализа территории рассмотрена на примере модельного района, расположенного на юго-востоке Беларуси. Предложен новый методический подход к оценке напряженности геоэкологической ситуации, базирующийся на изучении процессов деградации и восстановления геосистем. Выявлен спектр характерных природно-антропогенных процессов (подтопление, водная эрозия, деградация лесной растительности) и установлены ареалы их распространения. Исследованы особенности процессов деградации лесных геосистем, отражающиеся в фитоиндикационных показателях. Выполнена оценка современной геоэкологической ситуации территории. На основе изучения особенностей протекания восстановительных сукцессий сделана оценка динамических тенденций на территории модельного района. Полученные результаты могут служить основой для прогнозирования динамики геосистем, теоретического обоснования экологических нормативов и путей оптимизации природопользования.

A. P. Gusev, N. S. Shpilevskaya

THE PHYTOINDICATIONAL-GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF ANTHROPOGENIC DYNAMICS OF WOOD LANDSCAPE

PGA dynamics of geosystems is considered – a methodological concept of geoecological researches of geosystems dynamics with use of phytoindicator criteria. The general scheme of phytoindication-geoecological analysis of a territory is considered on an example of the modeling area in the southeast of Belarus. The new methodical approach to estimate an intensity of geoecological situation, based on studying of processes of degradation and restoration of geosystems has been offered. The spectrum of characteristic of nature-anthropogenic processes (flooding, water erosion, degradation of wood vegetation) has been revealed and areas of their distribution have been stated. Features of processes of degradation of the wood geosystems, reflected in phytoindicator indices have been investigated. The estimation of modern geoecological situation of the territory has been executed. On the basis of studying of features of the course of regenerative successions the estimation of dynamic tendencies in territory of modeling area has been made. The results obtained can form as a basis to forecast a dynamics of geosystems, of theoretical substantiation of ecological specifications and ways of nature management optimisation.