

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ИНСТИТУТ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ»

Природо- пользование

Сборник научных трудов

Основан в 1996 году

Выпуск 15

Посвящается

*80-летию Национальной академии наук Беларуси
и 75-летию Института природопользования НАН Беларуси*



МИНСК

Издатель А. Н. Вараксин
2009

В сборнике приведены результаты исследований по проблемам природопользования и охраны окружающей среды, разработки биосферносоставимых технологий переработки и использования твердых горючих ископаемых, растительного сырья и отходов, выполняемых в рамках Государственной программы ориентированных фундаментальных исследований «Природопользование», Государственной научно-технической программы «Экологическая безопасность» и др.

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:

акад., д-р с.-х. наук Н. Н. Бамбалов, 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,
д-р геогр. наук В. Н. Киселев, акад., д-р геогр. наук В. Ф. Логинов, акад., д-р техн. наук
И. И. Лиштван, д-р техн. наук Э. И. Михневич, канд. техн. наук Г. А. Камышенко (ответств.
секретарь), д-р техн. наук Г. В. Наумова, д-р геогр. наук И. И. Пирожник, 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),
акад., д-р с.-х. 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

СОДЕРЖАНИЕ

I. 80 ЛЕТ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ И 75 ЛЕТ ИНСТИТУТУ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Карабанов А. К., Камышенко Г. А.	Основные направления и результаты научной и инновационной деятельности Института природопользования НАН Беларуси в 2008 году	5
Лиштван И. И.	Выступление на общем собрании института «К 80-летию Национальной академии наук Беларуси и 75-летию Института природопользования (Института торфа)»	12

II. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Струк М. И.	Изменения воздействий на окружающую среду Беларуси в период посткризисного развития экономики	22
Струк М. И.	Пути обеспечения безопасности функционирования опасных техногенных объектов	29
Логинов В. Ф.	Роль гелиогеофизических факторов и начальных условий в тропосфере в формировании пространственно-временных закономерностей глобальных изменений температуры	35
Логинов В. Ф., Волчек А. А., Шпока И. Н. Санец Е. В.	Географические особенности распределения гроз и шквалов на территории Беларуси	42
	Многолетняя динамика содержания сульфатов в атмосферных осадках в Беларуси	50
Какарека С. В., Белькович О. Е., Чудук В. Н., Саливончик С. В. Какарека С. В., Мальчихина А. В.	Внутригодовая динамика химического состава атмосферных осадков на территории Минска	60
Лукашев О. В., Натаров В. М., Савченко В. В., Лукашева Н. Г., Савченко С. В., Творонович- Севрук Д. Л. Рогунович В. П.	Источники и уровни поступления аммиака в окружающую среду на территории Беларуси	69
	Эколого-геохимическое состояние поверхностных вод и речных отложений на территории Березинского биосферного заповедника	79
Тановицкая Н. И., Шевцов Н. В., Соколовский Г. В., Козулин А. В.	Средства для эффективного обустройства бассейнов рек	88
Томина Н. М., Савич-Шемет О. Г., Попкова Н. В., Анцух Ю. П.	Особенности формирования стока и зон влияния осущенных и выработанных участков болот на прилегающие территории	95
Бамбалов Н. Н., Ракович В. А., Тановицкая Н. И., Кот Н. А., Селивончик Т. В., Молокова Н. В., Кирильчик И. А. Булавко Г. И., Яковлев А. П.	Оценка влияния климатических и антропогенных факторов на изменение уровенного режима подземных вод Беловежской пущи	101
	Оценка воздействия выработанных торфяных месторождений на окружающую среду	108
Ракович В. А., Бамбалов Н. Н.	Влияние посадок ягодных растений на функционирование почвенной микробиоты выработанного торфяника	116
Гусев А. П.	Поглощение диоксида углерода растительными сообществами	122
Кравчук Л. А., Судник А. В.	Оценка риска нарушения экологического равновесия по фитоиндикационным критериям	128
Рыжиков В. А.	Опыт исследований ландшафтно-рекреационного комплекса города для целей градостроительного планирования и управления (на примере Минска)	134
	Эколого-геохимическая оценка автотранспортных ландшафтов города Минска	145

А. П. Гусев

ОЦЕНКА РИСКА НАРУШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ ПО ФИТОИНДИКАЦИОННЫМ КРИТЕРИЯМ

Изучены особенности восстановительных сукцессий растительности в геосистемах, имеющих различный уровень антропогенной трансформации. Корреляционный анализ показывает наличие достоверных связей между показателями антропогенной трансформации геосистем и показателями протекающих в них сукцессий растительности. Максимальное влияние на ход сукцессии оказывает состояние окружающих геосистем на площади до первых км². Установлены фитоиндикационные критерии деградации потенциала самовосстановления геосистем. Предложена схема оценки потенциала самовосстановления и риска нарушения экологического равновесия.

Сохранение экологического равновесия является основой для: 1) определенного уровня хозяйства; 2) возможностей развития этого хозяйства; 3) сохранения природной среды для существования людей [8]. Одним из важных показателей экологического равновесия является способность природных систем достигать климакса (антропогенного квазиклимакса или субклимакса, которые при ликвидации антропогенного влияния сменяются климаксом) в ходе восстановительных сукцессий [8, 9]. Сукцессии растительности играют важную роль в процессах самовосстановления геосистем и служат индикатором их потенциала самовосстановления [4].

Под потенциалом самовосстановления геосистем понимается их способность восстанавливать свою структуру, средообразующие и ресурсовоспроизводящие функции после внешнего воздействия. Риск нарушения экологического равновесия может быть оценен по степени деградации потенциала самовосстановления геосистем. Снижение потенциала самовосстановления локальных геосистем увеличивает риск нарушения экологического равновесия в геосистемах более высокого ранга. Актуальной проблемой является разработка системы индикаторов, позволяющих диагностировать риск нарушения экологического равновесия.

Цель наших исследований – изучение сукцессий растительности как индикаторов деградации потенциала самовосстановления геосистем и риска нарушения экологического равновесия (на примере юго-востока Беларуси). Решались следующие задачи: изучение закономерностей восстановительных сукцессий растительности в природных и природно-антропогенных геосистемах юго-востока Беларуси; определение диагностических признаков деградации потенциала самовосстановления геосистем; оценка риска нарушения экологического равновесия на территории модельного района (Тереховский ландшафтный район).

Полевые работы по изучению растительности проводились по стандартным методикам: метод пробных площадей, метод экологического профилирования, маршрутный метод. Размер пробных площадок – от 25 (начальные стадии) до 400 м² (лесные стадии). Геоботаническое описание различных стадий сукцессий выполнялось в природных и природно-антропогенных геосистемах юго-востока Беларуси (широколиственные, широколиственно-сосnovые, сосновые, мелколиственные леса, вырубки, строительные площадки, пустыри, залежи, отвально-карьерные комплексы месторождений полезных ископаемых, полигоны твердых промышленных и бытовых отходов). Получены характеристики растительности на 182 ключевых участках, имеющих различный сукцессионный статус.

Для изучения сукцессионных процессов применялся комплекс фитоиндикационных методов, включающий эколого-флористический и ценопопуляционный методы индикации. Эколого-флористический метод индикации представляет собой комбинированное использование: а) эколого-флористической классификации растительности Браун-Бланке [12]; б) экологических (фитоиндикационных) шкал [2]; в) методик изучения растительного континуума [7]. В его основе лежит исследование видового состава растительности (пробных площадок, синтаксонов, ценоклинов и т. д.), который рассматривается как наиболее надежный и репрезентативный признак растительности, отображающий экологические условия и сукцессионный статус. Ценопопуляционный метод индикации основан на изучении онтогенетических (возрастных) спектров популяций деревьев [10].

Для характеристики геоэкологического состояния (антропогенной нарушенности) геосистемы, в которой протекает сукцессия, был использован коэффициент экологической стабильности (K_c), определяемый в скользящем квадрате (центр квадрата – пробная площадка или группа близкорасположенных пробных площадок). Дан-

ный коэффициент рассчитывался по формуле: $K_c = \sum s_i k_i g$, где s_i – удельная площадь вида землепользования; k_i – экологическая значимость этого вида землепользования (частный коэффициент стабильности); g – коэффициент геолого-геоморфологической устойчивости рельефа [3]. Этот показатель имеет ряд преимуществ: может использоваться в различных природных условиях, при любой степени антропогенной трансформации геосистем, при различных масштабах оценки, учитывает соотношения площадей и значимость типов землепользования, геолого-геоморфологические факторы, достаточно хорошо апробирован при решении широкого круга задач [1]. Определение K_c производилось на основе анализа топографических карт масштаба 1:100000. Современное состояние территории уточнялось по материалам спутниковых съемок компании DigitalGlobe (<http://google.earth.com>) высокого уровня разрешения.

Как дополнительный показатель использовалось расстояние (P_k) до ближайших позднесукцессионных (климаксовых или близких к нему) лесных экосистем – источников семян позднесукцессионных видов, в том числе ключевых видов климакса (массивы широколиственных, широколиственно-черноольховых, широколиственно-сосновых лесов). Если участок находится на значительном расстоянии от источников семян позднесукцессионных видов, то задержка сукцессии будет определяться скоростями миграции древесных видов. Оценки этих скоростей приблизительны и колеблются в широких пределах – от нескольких до первых сотен метров в год, причем позднесукцессионные виды имеют малые скорости миграции – 10 и менее м/год [5, 11]. Исходя из этого расстояние в 1 км древесные виды преодолеют за 10–100 лет (т. е. задержки сукцессии, связанной с этим фактором, не произойдет); в 5 км – за 50–500 лет; 10 км – за 100–1000 лет; 20 км – за 200–2000 лет и т. д. Очевидно, что если ближайший источник диаспор позднесукцессионных деревьев находится на расстоянии более 10 км, то климаксовые (или близкие к ним) экосистемы просто не успеют восстановиться, так как климат региона изменится быстрее, чем произойдет цикл восстановления. Все это позволяет установить критические значения показателя P_k : до 1 км; 1–5 км; 5–10; более 10 км.

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) – показатель, характеризующий скорость формирования лесной экосистемы; общее проектное покрытие растительности (%); видовое

богатство (число видов на 100 м²); численность естественного возобновления древесных видов (шт./га); доля терофитов в спектре жизненных форм (%) от всех видов); доля фанерофитов в спектре жизненных форм (%) от всех видов); представленность видов класса Querco-Fagetea (неморальные широколиственные леса) эколого-флористической классификации Браун-Бланке (% от общего числа видов); представленность видов класса Vaccinio-Piceetea (boreальные хвойные леса) эколого-флористической классификации Браун-Бланке (% от общего числа видов); представленность лесных видов (виды всех лесных классов растительности, % от общего числа видов); синантропизация (доля видов синантропных классов Stellarietea media, Artemisietae vulgaris, Agropyretea repentis и т. д. эколого-флористической классификации Браун-Бланке, % от общего числа видов); запас фитомассы (т/га).

Кроме того, использовались показатели адвентизации растительности (характеризуют степень открытости экосистемы для вторжения чужеродных видов; минимальная открытость, соответственно максимальная замкнутость, наблюдается в климаксовых геосистемах): АД₁ – доля адвентивных видов от общего числа видов флоры (% от числа всех видов), характеризует степень адвентизации флоры; АД₂ – доля адвентивных видов в покрытии (% 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 самовоспроизведению.

Деградация потенциала самовосстановления диагностируется по задержке сукцессии на нелесных стадиях (выражается в длительном абиогенном этапе, длительной пионерной стадии, отсутствии или низкой численности естественного возобновления древесных видов; низком проективном покрытии травянистой растительности и т. д.); по задержке сукцессии на стадиях раннесукцессионного леса или субклиматического (выражается в отсутствии или низкой численности естественного возобновления позднесукцессионных видов деревьев, высокой синантропизации растительности и т. д.); по высокой степени адвентизации растительности.

Проведение корреляционного анализа методами непараметрической статистики показало наличие достоверных связей между показателями геоэкологического состояния геосистем (K_c , P_k) и показателями протекающих в них сукцессий растительности (табл. 1).

K_c окружающих геосистем рассчитывался с различным охватом территории: в квадратах 0,25; 1; 4; 25 и 100 км². Установлено, что наиболее тесная связь K_c с показателями сукцессии наблюдается при размере скользящего квадрата 0,25–4,00 км². При увеличении охвата территории для большинства показателей теснота связи значительно снижается (табл. 1). Исходя из этого предполагается, что максимальное влияние на

ход сукцессии оказывает состояние окружающих геосистем на площади до первых квадратных километров. При оценке нарушения сукцессионных процессов (и, соответственно, деградации потенциала самовосстановления) по K_c оптимальной операционно-территориальной единицей будет геосистема (или квадрат сетки, накладываемой на территорию), имеющая такую площадь.

Таблица 1. Корреляционная связь показателей сукцессии растительности с нарушенностью окружающих геосистем (коэффициент Спирмена R ; указаны значения при $p < 0,05$)

Показатель сукцессии	K_c (1 км ²)	K_c (25 км ²)	P_k
Длительность пионерной стадии, лет	-0,590	Н.д.	0,611
Длительность абиогенного этапа, лет	-0,630	Н.д.	Н.д.
Длительность нелесных стадий, лет	-0,700	-0,440	0,699
Время появления деревьев, лет	-0,667	-0,450	0,770
Представленность видов класса Querco-Fagetea, %	0,453	0,360	-0,380
Представленность видов класса Vaccinio-Piceetea, %	0,420	0,470	-0,420
Представленность лесных видов, %	0,550	0,450	-0,490
Синантропизация, %	-0,508	-0,450	0,467
Видовое богатство, видов на 100 м ²	0,407	0,290	-0,330
Численность естественного возобновления древесных видов, шт./га	0,550	0,330	-0,444
Доля терофитов в спектре жизненных форм, %	-0,514	-0,400	0,459
Доля фанерофитов в спектре жизненных форм, %	0,502	0,360	-0,414
АД ₁	-0,590	-0,570	0,618
АД ₂	-0,530	-0,470	0,536
АД ₃	-0,570	-0,650	0,630
АД ₄	-0,560	-0,630	0,623
Доля позднесукцессионных видов в древесном ярусе, %	-0,579	0,480	0,550
Доля позднесукцессионных видов в естественном возобновлении, %	0,382	0,430	-0,390
Фитомасса, т/га	0,396	0,250	-0,295

Примечание: н.д. – значение коэффициентов корреляции недостоверно ($p > 0,05$).

Изучение восстановительных сукцессий на значительных по размеру территориях – достаточно сложный и трудоемкий процесс. Установленная связь характеристик сукцессий в типичных местоположениях с показателями нарушенности окружающих геосистем является основой для оценки потенциала самовосстановления.

Значения K_c и P_k , полученные для изучаемой территории, позволяют судить об основных чертах антропогенных нарушений сукцессий, протекающих в составляющих ее местоположениях (об их отклонениях от нормальных для данных условий), а следовательно, могут быть использованы для оценки деградации потенциала самовосстановления геосистем, в пределах которых изучение сукцессий не проводилось.

Предлагаемая общая схема оценки потенциала самовосстановления и риска нарушения экологического равновесия включает несколько этапов:

1. Выяснение системы местоположений оцениваемой территории и связанных с ними характерных рядов восстановительной сукцессии. Уточнение фоновых скоростей протекания сукцессий в преобладающих местоположениях (фоновой длительности состояний геосистем, соответствующих сукцессионных статусов).

2. Оценка потенциала самовосстановления растительности в преобладающих местоположениях по диагностическим критериям задержки сукцессий и степени адвентизации (на ключевых участках). Оценка потенциала самовосстановления возможна при разных сукцессионных статусах геосистем.

3. Выяснение связи между антропогенной нарушенностью окружающих геосистем (показатели K_c , P_k) и показателями сукцессий на ключевых участках (характер данной связи может отличаться в различных типах местоположений и в различных ландшафтах в зависимости от их устойчивости к антропогенным факторам).

4. Экстраполяция полученных закономерностей на всю исследуемую территорию; оценка потенциала самовосстановления геосистем вне ключевых участков по коэффициенту K_c с учетом величины P_k (табл. 2). Корректировка результатов оценки по результатам маршрутных наблюдений за основными показателями сукцессий вне ключевых участков.

5. Оценка риска нарушения экологического равновесия территории по соотношению площадей, занятых геосистемами с низким, пониженным и высоким (нормальным) потенциалом самовосстановления.

Таблица 2. Оценочная шкала деградации потенциала самовосстановления геосистем локального уровня

Показатель	Потенциал самовосстановления			
	высокий (нормальный)	пониженный	низкий	очень низкий
Коэффициент экологической стабильности оцениваемой геосистемы (K_c)	> 0,66	0,33–0,66	0,00–0,33	< 0,00
Расстояние до ближайших геосистем, имеющих климаксовый (позднесукцессионный) статус (P_k)	< 1 км	1–5 км	5–10 км	> 10 км

Для выяснения веса той или иной геосистемы в формировании потенциала самовосстановления всей территории (геосистемы более высокого ранга) применялся следующий подход:

а) потенциал самовосстановления (Π_{cb}) операционно-территориальной единицы характеризовался баллом (0 баллов – очень низкий; 1 балл – низкий; 5 баллов – пониженный; 10 баллов – высокий);

б) рассчитывался индекс потенциала самовосстановления всей территории (в % от фонового) по формуле:

$$I_{psv} = \Sigma (\Pi_{cb} \cdot S_i / S) \cdot 100 \%,$$

где S_i – удельная площадь геосистем с i -й степенью деградации потенциала самовосстановления; S – общая площадь выдела.

Соотношение площадей, занятых геосистемами с низким и высоким (нормальным) потенциалом самовосстановления, может быть полу-

жено в основу оценки риска нарушения экологического равновесия территории.

Оценка риска нарушения экологического равновесия основывается на предположении связи величины потенциала самовосстановления с экологическим равновесием: чем выше потенциал самовосстановления, тем ниже риск, и наоборот.

Оценка риска нарушения экологического равновесия по степени деградации потенциала самовосстановления геосистем выполнена нами на примере Тереховского ландшафтного района. Тереховский ландшафтный район занимает крайний юго-восток Беларуси и характеризуется доминированием вторичных водно-ледниковых и моренно-зандровых ландшафтов [6]. Для проведения оценки потенциала самовосстановления территория района была разделена на 6 выделов (табл. 3).

Таблица 3. Оценка потенциала самовосстановления Тереховского ландшафтного района и сопредельных территорий

Геосистема	Потенциал самовосстановления				I_{psv}
	высокий	пониженный	низкий	очень низкий	
Вторичный водно-ледниковый ландшафт с покровом водно-ледниковых супесей (южный участок, расположенный между населенными пунктами Нивки и Веселовка)	15,8*	71,1	13,1	0	52,7
Вторичный водно-ледниковый ландшафт с покровом водно-ледниковых супесей (юго-западный участок, междуречье малых рек Немыльня и Терюха)	17,4	76,1	6,5	0	56,1
Вторичный водно-ледниковый ландшафт с покровом водно-ледниковых супесей (западный участок, междуречье малых рек Терюха и Уть)	62,8	24,6	13,1	0	75,9
Вторичный водно-ледниковый ландшафт с покровом водно-ледниковых супесей (северо-западный участок, междуречье малых рек Уть и Ипуть)	20,8	54,2	25,0	0	50,4
Моренно-зандровый ландшафт с покровом лессовидных суглинков (юго-восточный участок, междуречье малых рек Терюха и Чечера)	1,2	23,5	70,6	4,7	20,0
Моренно-зандровый ландшафт с покровом лессовидных суглинков (северо-восточный участок, междуречье малых рек Чечера и Хоропуть)	0	3,6	93,8	2,6	11,2
Тереховский район в целом	19,8	42,3	36,2	1,7	44,6
Аллювиальный террасированный ландшафт с поверхностным залеганием аллювиальных песков	67,8	29,0	3,2	0	82,6
Аллювиальный террасированный ландшафт с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей	45,7	45,7	8,6	0	69,4
Сопредельные территории в целом	56,1	37,9	6,0	0	75,7

Примечание: * – удельная площадь геосистем с соответствующей величиной потенциала самовосстановления, % от общей площади выдела.

Дополнительно проводился анализ сопредельных территорий (в пределах административных границ Республики Беларусь), примыкающих к Тереховскому району с запада (аллювиальный террасированный ландшафт с поверхностным залеганием аллювиальных песков) и севера (аллювиальный террасированный ландшафт с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей).

Территория каждого выдела разделена на кластеры 2×2 км. Для каждого кластера рассчитывались K_c и P_k , по которым выполнялась оценка потенциала самовосстановления. Характер связи между показателями нарушенности окружающих геосистем (в квадрате 2×2 км) и показателями сукцессий растительности уточнялся на ключевых участках, представляющих доминирующие местоположения, а также маршрутными наблюдениями отдельных показателей восстановительных сукцессий.

Выполненный анализ показывает, что выделы ландшафтов на территории Тереховского района неоднородны по потенциальному самовосстановлению. Наибольшая деградация потенциала самовосстановления наблюдается в моренно-зандровом ландшафте, который занимает 42,3 % площади района. Вторичный водно-ледниковый ландшафт на 36,0 % своей площади имеет высокий потенциал самовосстановления (западный участок), а на 64 % площади – пониженный. Для

Тереховского района в целом характерен пониженный потенциал самовосстановления. Экологическое равновесие изучаемой территории поддерживается вторичным водно-ледниковым ландшафтом и в значительной степени прилегающими аллювиальными террасированными ландшафтами (табл. 3). Риск нарушения экологического равновесия будет возрастать в случае увеличения антропогенной деградации и хозяйственной освоенности геосистем аллювиальных террасированных ландшафтов (надпойменные террасы Сожа и Ипути), выступающих в настоящее время в качестве экологического буфера.

Таким образом, в ходе выполненных исследований получены следующие результаты:

1) между показателями геоэкологического состояния геосистем и показателями, протекающими в них восстановительных сукцессий растительности наблюдается достоверная корреляционная связь; максимальное влияние на ход сукцессии оказывает состояние окружающих геосистем на площади до первых км².

2) на основе выявленных взаимосвязей разработана схема оценки потенциала самовосстановления геосистем и риска нарушения экологического равновесия территории;

3) на примере Тереховского ландшафтного района выполнена оценка риска нарушения экологического равновесия.

Л и т е р а т у р а

1. Агрэкология / Под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. М., 2000.
2. Булохов А. Д. Экологическая оценка среды методами фитоиндикации: Учеб. пособие. Брянск, 1996.
3. Волков С. Н. Землеустройство в условиях земельной реформы (экономика, экология, право). М., 1998.
4. Зональные типы биомов России: Антропогенные нарушения и естественные процессы восстановления экологического потенциала ландшафтов / Под ред. К. М. Петрова. СПб, 2003.
5. Кожаринов А. В. Климато-хорологический анализ популяций лесных растений Белоруссии. Мин., 1989.
6. Марцинкевич Г. И., Клицинова Н. Н., Хараничева Г. Т. и др. Ландшафты Белоруссии. Мин., 1989.
7. Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Наука о растительности (история и современное состояние основных концепций). Уфа, 1998.
8. Реймерс Н. Ф., Штильмарк Ф. Р. Особо охраняемые природные территории. М., 1978.
9. Реймерс Н. Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). М., 1994.
10. Смирнова О. В. Методологические подходы и методы оценки климаксового и сукцессионного состояния лесных экосистем (на примере восточноевропейских лесов) // Лесоведение. 2004. № 3. С. 15–27.
11. Удра И. Ф. Расселение растений и вопросы палео- и биогеографии. Киев, 1988.
12. Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. Wien – New York: Springer-Verlag, 1964.

A. P. Гусев

**ОЦЕНКА РИСКА НАРУШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
РАВНОВЕСИЯ ПО ФИТОИНДИКАЦИОННЫМ КРИТЕРИЯМ**

Изучены особенности восстановительных сукцессий растительности в геосистемах, имеющих различный уровень антропогенной трансформации. Корреляционный анализ показывает наличие достоверных связей между показателями антропогенной трансформации геосистем и показателями протекающих в них сукцессий растительности. Максимальное влияние на ход сукцессии оказывает состояние окружающих геосистем на площади до первых км². Установлены фитоиндикационные критерии деградации потенциала самовосстановления геосистем. Деградация потенциала самовосстановления диагностируется по задержке сукцессии на нелесных стадиях (выражается в длительном абиогенном этапе, длительной пионерной стадии, отсутствии или низкой численности естественного возобновления древесных видов; низком проективном покрытии травянистой растительности и т. д.); по задержке сукцессии на стадиях раннесукцессионного леса или субклимакса (выражается в отсутствии или низкой численности естественного возобновления позднесукцессионных видов деревьев, высокой синантропизации растительности и т. д.); по высокой степени адвентизации растительности. Предложена схема оценки потенциала самовосстановления и риска нарушения экологического равновесия.

A. P. Gusev

**ASSESSMENT OF RISK OF AN ECOLOGICAL BALANCE
DISTURBANCE ON PHYTOINDICATOR TO CRITERIA**

Features regenerative plant successions in geosystems having a various level of anthropogenous transformation are investigated. The correlation analysis shows presence of connections between parameters of anthropogenous transformation of geosystems and parameters running in them plant succession. The maximal influence on a succession course renders a condition of surrounding geosystems on the area up to the first km². Phytoindicator criteria of degradation of potential of self-restoration geosystems are established. Degradation of potential of self-restoration is diagnosed on a delay succession at herbal stages (long abiotic stage, long early stage, absence or low number of natural renewal of wood kinds; a small projective covering of grassy vegetation, etc.); on a delay succession at stages early successional woods or a subclimax (absence or low number of natural renewal climax species, the big share ruderal plants, etc.); on a high degree abundance of nonnative species in vegetation. A scheme of assessment of self-restoration potential and ecological balance disturbance risk is proposed.