

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ
С УЧЕТОМ РОЛИ СОХРАНИВШИХСЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ
(на примере Нижегородской области)**

**Д.Б. Гелашвили¹, В.А. Басуров¹, Г.С. Розенберг²,
А.Я. Моничев¹, И.И. Пуртов¹, В.В. Сидоренко³**

¹ *Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
Россия, 603600, Н. Новгород, ГСП-20, пр. Гагарина, 23*

² *Институт экологии Волжского бассейна РАН
Россия, 445003, Тольятти, Комзина, 10*

³ *ФГУП «Поволжский леспроект»,
Россия, 603024, Н. Новгород, Полтавская, 22*

Поступила в редакцию 12.05.03 г.

Экологическое зонирование территорий с учетом роли сохранившихся естественных экосистем (на примере Нижегородской области). – Гелашвили Д.Б., Басуров В.А., Розенберг Г.С., Моничев А.Я., Пуртов И.И., Сидоренко В.В. – Представлены результаты работы по оценке уровня антропогенной нагрузки на территорию административных районов Нижегородской области. С учётом принципов экологического нормирования и основных факторов, деформирующих окружающую среду, была сформирована система базовых и производных показателей, характеризующих состояние социо-эколого-экономических систем. Обоснован алгоритм расчёта интегрального индекса антропогенной нагрузки, учитывающего соотношение ненарушенных и нарушенных хозяйственной деятельностью территорий. Проведено зонирование и картирование территории области по результатам одномерного и многомерного статистического анализа данных.

Ключевые слова: экологическое зонирование, антропогенная нагрузка, многомерный статистический анализ.

Ecological zonation of territories in terms of preserved natural ecosystems (with the Nizhny Novgorod area as an example). – Gelashvili D.B., Basurov V.A., Rozenberg G.S., Monitchev A.Ya., Purtov I.I., Sidorenko V.V. – The level of the anthropogenic burden on the administration districts of the Nizhny Novgorod region has been estimated. In terms of ecological rate setting and basic factors damaging the environment, a set of basic and derivative indices to describe the state of socioecologoeconomic systems is proposed. An algorithm for calculating the integral index of anthropogenic burden (with due account of the territories non-disturbed and disturbed by economical activity) has been designed and substantiated. Zoning and mapping the region's territory were carried out on the basis of univariate and multivariate statistical data analysis.

Key words: ecological zonation, anthropogenic burden, multivariate statistical analysis.

Трансформация биосферы под влиянием деятельности человека, нарастание глобальных экологических проблем, развитие локальных (региональных) кризисов антропогенного характера привели к необходимости пересмотра приоритетов стратегии развития системы «природа – общество». С позиций биоэкологии приоритетными являются оценки масштабов антропогенной деятельности и соответственно антропогенной нагрузки через соотношение нарушенных и ненарушенных хозяйственной деятельностью территорий (Hannah et al., 1994). Необходимость и

важность таких оценок для социо-эколого-экономических систем (Розенберг и др., 2000) всех уровней определяются представлениями о территории как основном экологическом ресурсе. Условием устойчивости и саморегуляции экосистем является сохранение функционирования и направленности биогеохимических циклов и потоков энергии, вещества, информации (Горшков и др., 1994). Использование территории с находящимися на ней экосистемами в процессе реализации любой технологии приводит к полному или частичному уничтожению экосистем, к нарушению круговорота биогенов на этом участке и, как следствие, к локальному нарушению окружающей среды (Экологические проблемы ..., 1997). Тотальный антропогенный пресс делает условным понятие «естественные экосистемы». Тем не менее, таковыми в первом приближении можно считать лесопокрытые площади и особо охраняемые природные территории (ООПТ).

Разработка системы методов оценки уровня антропогенного воздействия на территории должна производиться с учетом роли сохранившихся естественных экосистем, а также особенностей и специфики конкретных социо-эколого-экономических систем. В этом отношении область как минимальная административная единица, включающая разнообразные по ландшафтам, степени антропогенной трансформации, характеру использования территории и обеспечивающая удовлетворение основных потребностей населения за счет собственных ресурсов, представляется привлекательным для исследования объектом (Гелашвили и др., 2000).

Методологически наш подход к проблеме основан на интегральных оценках социо-эколого-экономических систем с учетом основных факторов, деформирующих среду обитания человека.

Для достижения поставленной цели необходимо было:

- сформировать и верифицировать систему базовых и производных показателей, характеризующих уровень антропогенной нагрузки на территорию;
- обосновать алгоритм расчета интегрального индекса антропогенной нагрузки, учитывающего соотношение ненарушенных и нарушенных хозяйственной деятельностью территорий;
- произвести зонирование и картирование территории области по результатам одномерного и многомерного статистического анализа данных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В соответствии с целью, задачами исследования и существующими представлениями об основных компонентах антропогенной нагрузки была сформирована система из 12 эколого-экономических базовых показателей (табл. 1), характеризующих ситуацию в каждом из 47 административных районов. Преобразование отдельных базовых показателей в производные осуществлялось путем нормирования на единицу площади.

Включение в систему показателей эмиссии CO_2 произведено для определения уровня антропогенного воздействия на основе учета энергопотребления, а также с целью инвентаризации техногенных выбросов парниковых газов с территории административных районов и Нижегородской области в целом. Это потребовало расчетов, не проводившихся для территории области ранее. Расчеты сделаны на основе РД 07.97 «Методические указания по расчету годового валового выброса

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ

двуокси углерода в атмосферу от котлов тепловых электростанций и котельных», подготовленным РАО «ЕЭС России» (Методические указания ..., 1997). Были использованы данные о годовой потребности в топливе действующих котельных и ТЭЦ по видам топлива и районам Нижегородской области (Басуров, 2000).

Таблица 1

Структура эколого-экономических показателей

№ п/п	Наименование, единица измерения	Усл. обозн.
Базовые показатели		
1	Количество автотранспортных средств, абс. ед.	I_1
2	Эмиссия CO ₂ , тыс. т/год*	I_2
3	Общий объем сточных вод, тыс.м ³ /год	I_3
4	Объем неочищенных сточных вод, тыс. м ³ /год	I_4
5	Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, тыс. т/год	I_5
6	Внесение в почву минеральных удобрений, кг/га в год	I_6
7	Внесение в почву органических удобрений, т/га в год	I_7
8	Уровень фактической лесистости, %	$L_{\text{факт}}$
9	Уровень оптимальной лесистости*, %	$L_{\text{опт}}$
10	Отбор подземных вод, тыс. м ³ /сутки	I_8
11	Площадь района, тыс. км ²	I_9
12	Доля особо охраняемых природных территорий в площади района, отн. ед.	β
Производные показатели		
1	Доля неочищенных сточных вод в их общем объеме*	I_{10}
2	Удельный объем неочищенных сточных вод на единицу площади района, тыс.м ³ /км ² *	I_{11}
3	Отношение фактической лесистости к оптимальной ($L_{\text{факт}} / L_{\text{опт}}$)*	α
4	Плотность населения, чел./км ²	I_{12}

* Показатели, введенные или рассчитанные впервые.

Кроме того, для оценки антропогенной нагрузки нами были применены результаты расчётов фактической, минимально необходимой и оптимальной лесистости административных районов Нижегородской области по данным ФГУП «Поволжский леспроект».

В целом лесистость Нижегородской области составляет 46.2%. С учётом почвенно-климатических условий для северной подзоны хвойно-широколиственных лесов лесистость должна составлять 30 – 40%, для южной подзоны хвойно-широколиственных лесов – 20 – 25%, для лесостепей – 15 – 20%. Однако в результате хозяйственной деятельности леса распределены на территории Нижегородской области крайне неравномерно.

Для оценки масштабов хозяйственной деятельности человека нами предложен эмпирический коэффициент ненарушенности территории:

$$\alpha = L_{\text{факт}} / L_{\text{опт}}, \quad (1)$$

где $L_{\text{факт}}$ – фактическая лесистость, $L_{\text{опт}}$ – оптимальная лесистость, %.

Коэффициент в первом приближении отражает соотношение ненарушенных и нарушенных хозяйственной деятельностью территорий с учетом почвенно-климатического зонирования. Обратное значение (α^{-1}) можно считать коэффициентом нарушенности. Также были использованы сведения о доле ООПТ, которые могут быть отнесены к ненарушенным, что позволило модифицировать коэффициент нарушенности и далее применять выражение $(\alpha^{-1} - \beta)$ в качестве самостоятельного показателя.

Для расчета индексов антропогенной нагрузки абсолютные значения базовых и производных показателей переводили в относительные (безразмерные) путем нормирования на среднее значение данного показателя по области.

Задача свертывания информации о социо-эколого-экономических системах районов Нижегородской области была решена путем конструирования аддитивного индекса, требования к которому сформулированы следующим образом:

- комплексность, т.е. учет важнейших эколого-экономических показателей;
- безразмерность, позволяющая сравнивать разномасштабные объекты;
- объективность, основывающаяся на использовании данных госстатотчетности;
- вариативность, позволяющая наращивать базу данных и варьировать ими;
- наглядность, обеспеченная графическим отображением пространственной динамики экологической ситуации в районном разрезе.

Индекс определяется предложенным нами выражением:

$$J_{\text{ан}} = (\alpha^{-1} - \beta) \frac{\sum_{i=1}^n b_i I_i}{\sum_{i=1}^n b_i}, \quad (2)$$

где α^{-1} – коэффициент нарушенности территории; β – доля ООПТ в площади района; b_i – весовые коэффициенты, равные величине обратной дисперсии данного признака; I_i – базовые и производные эколого-экономические показатели. При вычислении индекса антропогенной нагрузки ($J_{\text{ан}}$) были использованы девять эколого-экономических показателей: $I_1, I_2, I_5, I_6, I_7, I_8, I_{10}, I_{11}, I_{12}$ (см. табл. 1).

Расчёт $J_{\text{ан}}$ для 47 районов Нижегородской области, приуроченный к 1997 и 2000 гг., ориентирован на оценку временной динамики экологической ситуации в районном разрезе.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С помощью уравнения (2) был рассчитан индекс антропогенной нагрузки для 47 административных районов Нижегородской области, характеризующий экологическую ситуацию в 1997 и 2000 гг. Результаты расчетов и ранжирования административных районов по величине $J_{\text{ан}}$ приведены в табл. 2.

Связь индекса антропогенной нагрузки ($J_{\text{ан}}$) с коэффициентом нарушенности территории хозяйственной деятельностью $(\alpha^{-1} - \beta)$ характеризуется достаточно высокой положительной корреляцией ($r = \sqrt{R^2} = 0.9256$) и аппроксимируется уравнением $y = 0.0283x^2 + 0.6181x + 0.3142$.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ

Таблица 2

Иерархия 47 районов Нижегородской области в порядке возрастания величины индекса антропогенной нагрузки ($J_{ан}$) за 2000 год

№ п/п	Номер района в алфавитном порядке	Название района	$\alpha^1 - \beta$	$J_{ан}$	Кластеры
1	10	Варнавинский	0.319	0.083	А
2	24	Краснобаковский	0.531	0.212	
3	43	Тоншаевский	0.535	0.233	
4	46	Шарангский	0.603	0.289	
5	12	Ветлужский	0.560	0.294	
6	32	Первомайский	0.421	0.315	
7	15	Воротынский	0.238	0.321	
8	36	Семеновский	0.467	0.353	
9	16	Воскресенский	0.510	0.362	
10	13	Вознесенский	0.494	0.388	
11	30	Навашинский	0.525	0.444	
12	23	Ковернинский	0.414	0.457	
13	27	Кулебаковский	0.534	0.471	
14	48	Шахунский	0.679	0.486	
15	28	Лукояновский	0.796	0.499	
16	1	Ардатовский	0.467	0.537	
17	8	Бутурлинский	1.328	0.567	
18	11	Вачский	0.619	0.641	В
19	44	Уренский	0.635	0.661	
20	45	Чкаловский	0.901	0.675	
21	5	Большеболдинский	1.200	0.699	
22	47	Шатковский	0.899	0.704	
23	42	Тонкинский	1.009	0.704	
24	40	Сосновский	0.762	0.714	
25	20	Д.Константиновский	0.802	0.725	
26	18	Гагинский	1.802	0.781	
27	17	Выксунский	0.546	0.799	
28	7	Борский	0.560	0.842	
29	29	Лысковский	0.804	0.889	
30	35	Починковский	0.993	0.949	
31	34	Пильненский	1.162	0.962	
32	33	Перевозский	1.159	1.022	С
33	21	Дивеевский	1.008	1.131	
34	9	Вадский	1.428	1.186	
35	2	Арзамасский	0.712	1.195	
36	6	Большемурашкинский	1.271	1.205	
37	22	Княгининский	1.376	1.346	
38	4	Богородский	0.984	1.436	
39	3	Балахнинский	0.825	1.445	
40	14	Володарский	0.800	1.456	
41	37	Сергачский	1.314	1.462	D
42	31	Павловский	0.986	2.023	
43	19	Городецкий	1.083	2.096	
44	41	Спасский	1.705	2.400	
45	26	Кстовский	1.082	2.661	
46	38	Сеченовский	7.690	4.983	
47	25	Краснооктябрьский	9.024	9.434	

Кусочно-линейная аппроксимация рангового распределения административных районов области по возрастанию ($J_{ан}$) и величине ($\alpha^{-1} - \beta$) показала, что в первом приближении районы делятся как минимум на две группы. Первая группа (районы Нижегородской области с 1 по 45) имеет относительно низкие значения ($J_{ан}$) и ($\alpha^{-1} - \beta$), вторая группа (районы с 45 по 47) – высокие.

Для уточнения и детализации данных рангового распределения был проведен одномерный кластерный анализ ранжированного по величине индекса антропогенной нагрузки ряда 47 административных районов (см. табл. 2) с использованием метода полной связи.

По результатам кластерного анализа все районы были разделены на 4 группы:

- кластер А – относительно удовлетворительная ситуация;
- кластер В – умеренно напряженная;
- кластер С – напряженная;
- кластер D – критическая экологическая ситуация.

Проведенный анализ дал возможность зонировать территорию Нижегородской области по степени экологического неблагополучия, результаты зонирования приведены на рисунке. Анализ пространственной динамики экологической ситуации проводился с учетом деления Нижегородской области на природно-территориальные комплексы (ПТК) (табл. 3), границы которых обозначены на рисунке, и экономические районы (подрайоны) (табл. 4). В Нижегородской области границы административных районов и природных единиц – видов ландшафтов – не совпадают; для ландшафтов разных видов современная сельскохозяйственная освоенность и фактическая лесистость весьма различны.

В пределах большинства административных районов ПТК Северного Заволжья расположены ландшафты задровых равнин, малопригодных для сельского хозяйства, что способствует созданию относительно удовлетворительной экологической ситуации.

Несколько районов ПТК Южного Заволжья разделены р. Волгой и находятся в разных природных зонах, что приводит к резким различиям в ландшафтах и уровне лесистости. Этим обстоятельством определяется широкий спектр экологических условий.

Высокий уровень антропогенной нагрузки в пределах ПТК Волжско-Окского междуречья связан с влиянием Нижегородской экономической агломерации, ядро которой составляют города с высокой концентрацией производства – Нижний Новгород и Дзержинск.

Неоднородность ландшафтной структуры характерна для значительной части районов ПТК Западного и Восточного Предволжья, т.е. правобережья рек Оки и Волги Нижегородской области. Здесь преобладают территории с умеренно напряженной экологической ситуацией.

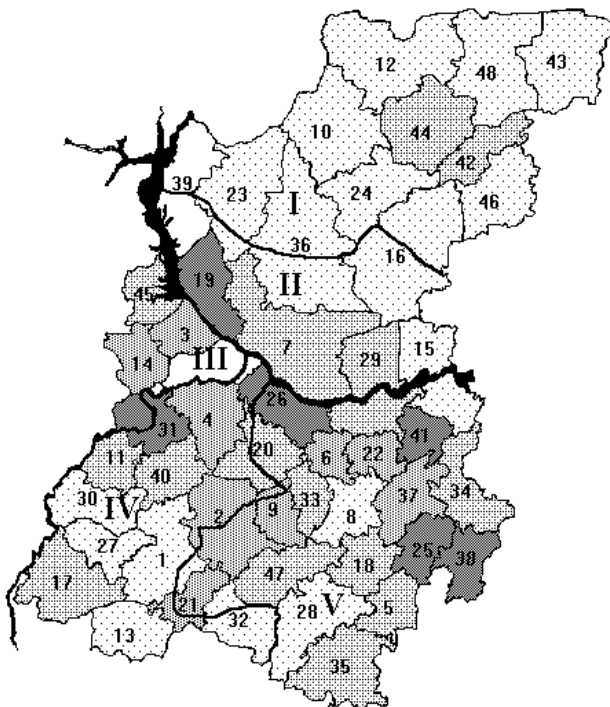
Сравнительный анализ результатов зонирования Нижегородской области в 1997 и 2000 гг. в рамках вычисления индекса антропогенной нагрузки свидетельствует об ухудшении экологической ситуации в регионе за трехлетний период: произошло почти двукратное увеличение числа районов, в которых экологическая ситуация характеризуется как напряженная.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ

В то же время результаты медианного теста свидетельствуют о том, что временная динамика экологической ситуации выражена слабо. Таким образом, в рамках одномерного статистического анализа не представляется возможным дать однозначный ответ о характере временной динамики экологической ситуации.

Использованный нами алгоритм многомерного анализа включает последовательное применение таких методов, как кластерный, дисперсионный (MANOVA) и дискриминантный. Проверка кластерных решений с использованием многомерного дисперсионного анализа показала, что метод Уорда обладает наилучшей разделительной способностью. Об этом свидетельствуют основные статистики – λ Уилкса и V Рао, значения которых при обработке данных за 2000 год составили: $\lambda = 0.022$, $V = 45.65$ при $p = 1 \cdot 10^{-6}$. Дендрограммы, полученные указанным методом, являются предпочтительными ввиду очевидности кластерных решений по ним.

Использование многомерного дисперсионного анализа (MANOVA) при сравнении состояния совокупности 47 административных районов в 1997 и 2000 гг. с высокой вероятностью ($p = 0.999$) подтвердило отсутствие временной динамики экологической ситуации в Нижегородской области за 3-летний период.



Пространственная динамика антропогенной нагрузки ($J_{ан}$) в Нижегородской области (кластерный анализ) в 2000 году. Природно-территориальные комплексы: I – Северное Заволжье; II – Южное Заволжье; III – Волжско-Окское междуречье; IV – Западное Предволжье; V – Восточное Предволжье

Кластер	Значение $J_{ан}$	Характеристика экологической ситуации	Число районов	Номер района*	Условное обозначение
A	$J_{ан} < 0.6$	Относительно удовлетворительная	17	1, 8, 10, 12, 13, 15, 16, 23, 24, 27, 28, 30, 32, 36, 43, 46, 48	
B	$0.6 < J_{ан} < 1.1$	Умеренно напряженная	15	5, 7, 11, 17, 18, 20, 29, 33, 34, 35, 40, 42, 44, 45, 47	
C	$1.1 < J_{ан} < 1.7$	Напряженная	9	2, 3, 4, 6, 9, 14, 21, 22, 37	
D	$J_{ан} > 1.7$	Критическая	6	19, 25, 26, 31, 38, 41	

* Номера и названия районов в алфавитном порядке приведены в табл. 2.

Таблица 3

Структура экологической ситуации в природно-территориальных комплексах (ПТК) по индексу антропогенной нагрузки ($J_{ан}$) и многомерному анализу эколого-экономических показателей за 2000 год

ПТК	Общее число административных районов в составе ПТК*	Характеристика экологической ситуации	Структура экологической ситуации			
			Индекс антропогенной нагрузки ($J_{ан}$)		Многомерный анализ эколого-экономических показателей	
			Число районов	% от общего числа	Число районов	% от общего числа
Северное Заволжье (I)	11	Относительно удовлетворительная	9	81.8	3	27.3
		Умеренно напряжённая	2	18.2	8	72.7
		Напряжённая	0	0.0	0	0.0
		Критическая	0	0.0	0	0.0
Южное Заволжье (II)	6	Относительно удовлетворительная	3	50.0	2	33.3
		Умеренно напряжённая	2	33.3	2	33.3
		Напряжённая	0	0.0	2	33.3
		Критическая	1	16.7	0	0.0
Волжско-Окское междуречье (III)	4	Относительно удовлетворительная	0	0.0	0	0.0
		Умеренно напряжённая	1	25.0	1	25.0
		Напряжённая	2	50.0	2	50.0
		Критическая	1	25.0	1	25.0
Западное Предволжье (IV)	12	Относительно удовлетворительная	5	41.7	7	58.3
		Умеренно напряжённая	4	33.3	0	0.0
		Напряжённая	2	16.7	5	41.7
		Критическая	1	8.3	0	0.0
Восточное Предволжье (V)	21	Относительно удовлетворительная	3	14.3	7	33.3
		Умеренно напряжённая	8	38.1	9	42.9
		Напряжённая	6	28.6	2	9.5
		Критическая	4	19.0	3	14.3

* Несоответствие суммарного числа районов данным предшествующих таблиц связано с тем обстоятельством, что территория ряда административных районов Нижегородской области находится в пределах двух ПТК.

Проведенное в соответствии с результатами многомерного анализа экологическое зонирование территории Нижегородской области выявило различия по сравнению с зонированием на основе одномерных индексов. В то же время районы с чрезвычайно высоким уровнем нарушенности естественных экосистем классифицируются одинаково при использовании любых вариантов кластеризации. Кластерный анализ административных районов Нижегородской области по уровню антропогенной нагрузки на территорию позволил структурировать с экологических позиций существующие классификации – эколого-географическую (деление на природно-территориальные комплексы) (см. табл. 3) и экономическую (по производственной ориентации районов) (см. табл. 4).

Сравнительный анализ данных, приведенных в табл. 3 и 4, показывает, что экологическая структура (в том числе уровень экологической гетерогенности) ПТК и объединений районов по производственному признаку во многом детерминированы способом обработки исходной информации: применение индексного (одномерного) или многомерного методов приводит к заметным различиям в результатах. Очевидно, что изучение таких сложных систем, каковыми являются со-

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ

цио-эколого-экономические системы, требует междисциплинарного подхода, использующего адекватный статистический аппарат, базирующийся на многомерном анализе массивов данных.

Таблица 4

Структура экологической ситуации в экономических группах административных районов Нижегородской области по индексу антропогенной нагрузки ($J_{ан}$) и многомерному анализу эколого-экономических показателей за 2000 год

Группы районов	Общее число районов в составе группы	Характеристика экологической ситуации	Структура экологической ситуации			
			Индекс антропогенной нагрузки ($J_{ан}$)		Многомерный анализ эколого-экономических показателей	
			Число районов	% от общего числа	Число районов	% от общего числа
Промышленно-ориентированные	13	Относительно удовлетворительная	3	23.1	5	38.5
		Умеренно напряжённая	5	38.5	0	0.0
		Напряжённая	2	15.4	6	46.2
		Критическая	3	23.1	2	15.4
Районы, не имеющие чётко выраженной производственной ориентации	9	Относительно удовлетворительная	5	55.6	2	22.2
		Умеренно напряжённая	2	22.2	6	66.7
		Напряжённая	2	22.2	1	11.1
		Критическая	0	0.0	0	0.0
Районы, ориентированные на с/х производство	25	Относительно удовлетворительная	9	36	8	32
		Умеренно напряжённая	9	36	13	52
		Напряжённая	4	16	2	8
		Критическая	3	12	2	8

Таким образом, настоящая работа вносит определенный вклад в решение одной из основных проблем современной экологии – совершенствование методологии оценки текущего состояния и составление прогнозных сценариев развития социо-эколого-экономической системы различного уровня организации и масштаба, формирование системы критериев экологического нормирования с целью ограничения уровня антропогенного воздействия на природные и природно-антропогенные объекты.

ВЫВОДЫ

1. Экологическое зонирование территории Нижегородской области на основе разработанного индекса антропогенной нагрузки ($J_{ан}$), включающего нормированные валовые эколого-экономические показатели, позволило выделить 4 кластера экологических ситуаций; при этом к «относительно удовлетворительной» отнесено 17, «умеренно напряженной» – 15, «напряженной» – 9 и «критической» – 6 административных районов.

2. Для экологического зонирования лимитирующим является значение коэффициента нарушенности территории ($\alpha^{-1}\beta$), учитывающего соотношение нарушенных и ненарушенных хозяйственной деятельностью земель (α^{-1}) и долю особо охраняемых территорий (β).

3. Многомерный статистический анализ показал, что для целей экологического зонирования оптимальным является агломеративный метод кластеризации Уорда, что подтверждено данными дисперсионного (MANOVA) и дискриминантного анализа.

Д.Б. Гелашвили, В.А. Басуров, Г.С. Розенберг, А.Я. Моничев, И.И. Пуртов, В.В. Сидоренко

4. Предложенные подходы к оценке экологической ситуации на основе разрабатанного индекса позволили структурировать природно-территориальные комплексы и экономические группы районов области по уровню антропогенной нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Басуров В.А. Региональный аспект оценки эмиссии диоксида углерода (на примере Нижегородской области) // Биосистемы: структура и регуляция / Науч. ред. Г.А. Ануфриев. Н. Новгород: Изд-во Нижегород. ун-та, 2000. Вып. 3. С. 50 – 54. (Тр. биол. фак. Нижегород. гос. ун-та им. Н.И. Лобачевского).

Гелашвили Д.Б., Розенберг Г.С., Басуров В.А., Пуртов И.И., Моничев А.Я., Сидоренко В.В., Юнина В.П. Анализ пространственной динамики напряженности экологической ситуации в Нижегородской области на основе обобщенного индекса антропогенной нагрузки // Теоретические проблемы экологии и эволюции: Третьи Любимцевские чтения. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2000. С. 44 – 52.

Гориков В.Г., Кондратьев К.Я., Лосев К.Е. Природная биологическая регуляция окружающей среды // Изв. Рус. геогр. о-ва. 1994. Вып. 6. С. 17 – 23.

Методические указания по расчету годового валового выброса двуокиси углерода в атмосферу от котлов тепловых электростанций и котельных. РД 07.97 / РАО «ЕЭС России». М.: РАО ЕЭС России, 1997. 4 с.

Розенберг Г.С., Черникова С. А., Краснощенков Г.П., Гелашвили Д.Б., Крылов Ю.Н. Мифы и реальность «устойчивого развития» // Проблемы прогнозирования. 2000. №2. С. 130 – 154.

Экологические проблемы: что происходит, кто виноват и что делать? Учеб. пособие / Под ред. В.И. Данилова-Данильяна. М.: МНЭПУ, 1997. 332 с.

Hannah L., Lohse D., Hutchinson Ch., Carr J.L., Lankerani A. A preliminary inventory of human disturbance of word ecosystems // Ambio. 1994. № 4 – 5. P. 246 – 250.