

УДК [332.144+330.15]+574.474

ББК 20.1+65.05

Регион: экономика и социология, 2012, № 2 (74), с. 227–238

МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Н.В. Костина, Г.Э. Кудинова, Г.С. Розенберг

Институт экологии Волжского бассейна РАН

М.В. Пыршева

Поволжский государственный университет сервиса

Аннотация

Анализируются результаты районирования территорий Самарской и Нижегородской областей в пространстве эколого-экономических и медико-демографических параметров. Рассмотрены причины различий результатов, полученных отдельно для каждой территории (одиночный подход) и для двух совместно (смешанный подход). Это позволяет оптимизировать меры, направленные на уменьшение промышленной и сельскохозяйственной нагрузки на природную среду рассматриваемых территорий.

Ключевые слова: межрегиональное комплексное районирование, экспертная информационная система, коэффициент нарушенности территории

Abstract

The paper analyzes the territorial zoning for the Samara and Nizhny Novgorod Oblasts within the framework of a space of ecologic-economic and medical-demographic parameters. We consider why the results for each of the territories (an individual approach) and for both areas (a mixed approach) differ.

This allows making optimal decisions on reduction of agricultural and industrial pressure.

Keywords: complex regional zoning, expert information system, area disturbance coefficients

Продолжительное время экономические интересы человечества господствовали над экологическими, и парадигма «потребление ради процветания» способствовала и продолжает способствовать появлению экологических проблем. Но сегодня уже сформировалось понимание того, что учет экологических аспектов и рациональное природопользование все в большей степени должны ограничивать «природоёмкую экономику» [1, 2]. Была предложена концепция перехода на путь устойчивого развития, затем принятая международным сообществом на Всемирной конференции в Рио-де-Жанейро (1992 г.) и получившая дальнейшее развитие на Всемирном саммите в Йоханнесбурге (2002 г.). В России она нашла отражение в ряде документов и нормативно-правовых актов, основанных на указах Президента РФ о необходимости разработки концепции устойчивого развития (1994 г.) и о переходе страны на путь устойчивого развития (1996 г.). Впоследствии представления об устойчивом развитии страны были сформулированы в Экологической доктрине Российской Федерации (2002 г.) [3].

Переход России на путь устойчивого развития невозможен без перехода к устойчивому развитию каждого ее региона, в связи с чем существует необходимость выработки методологии анализа состояния территорий различного масштаба с выявлением факторов, вызывающих дестабилизацию и ограничивающих их развитие. На это ориентирует и раздел «Региональная политика в области экологии» Экологической доктрины Российской Федерации, где прямо говорится о необходимости «внедрения природно-ландшафтного, в том числе бассейнового, принципа управления природными комплексами» [3]. Поскольку основным дестабилизирующим фактором для территории является антропогенный, правомерно при анализе ее состояния учитывать уровень антропогенной нагрузки, определяемый через соотношение нарушенных и не нарушенных хозяйственной деятельностью территорий [4–7]. К числу последних можно отнести лесопокрытые площади, несмотря

на то обстоятельство, что тотальная антропогенная деятельность делает условным само понятие «естественные экосистемы».

Таким образом, разработка методов оценки уровня антропогенного воздействия на территории с учетом роли сохранившихся естественных экосистем и применение этих методов на практике представляются актуальными и перспективными, что и проиллюстрируем в ходе сравнительного анализа экологического состояния территорий Самарской и Нижегородской областей. Именно проведение *межрегионального экологического анализа* на основе использования интегральных оценок допустимого антропогенного воздействия на природно-антропогенные объекты различных территорий позволяет сделать более объективным и точным процесс комплексного районирования.

Основой для анализа послужили данные по 27 административным районам Самарской области и 47 административным районам Нижегородской области за 2007 г.

Система *базовых показателей* (шесть эколого-экономических и шесть медико-демографических) была сформирована в соответствии с задачами исследования и существующими представлениями об основных компонентах антропогенной нагрузки. Они характеризуют ситуацию в каждом из представленных административных районов Самарской и Нижегородской областей, которые послужили объектами нашего исследования.

Указанная система включает следующие показатели:

I_1 – количество автотранспортных средств, абс. ед.;

I_2 – эмиссия CO_2 , тыс. т/год;

$\lambda_{\text{факт}}$ – уровень фактической лесистости, %;

$\lambda_{\text{опт}}$ – уровень оптимальной лесистости, %;

α – отношение фактической лесистости к оптимальной, $\lambda_{\text{факт}} / \lambda_{\text{опт}}$;

I_3 – младенческая смертность на 1000 чел. населения;

I_4 – смертность от злокачественных новообразований на 100 тыс. чел. населения;

I_5 – плотность населения, чел./кв. км;

I_6 – рождаемость на 1000 чел. населения;

I_7 – общая смертность на 1000 чел. населения;

I_8 – численность населения, тыс. чел.;

$I_9 = S$ – площадь района, тыс. кв. км.

Сравнительные данные о социоэколого-экономических системах (СЭЭС) исследуемых регионов отражают их основные природно-географические и эколого-экономические особенности. Анализ СЭЭС каждой области проводился с учетом разделения их территорий на природно-территориальные комплексы. Рассмотрены особенности ландшафтов, рельефа, почв, описаны климат и водные ресурсы Самарской и Нижегородской областей. Раскрыты особенности промышленного и сельскохозяйственного развития каждого региона, их транспортной инфраструктуры.

Для оценки антропогенной нагрузки использованы данные по фактической, минимально необходимой и оптимальной лесистости административных районов Нижегородской области, приведенные в работе В.А. Басурова [8]. Значения оптимальной и минимально необходимой лесистости для административных районов Самарской области определялись с помощью шкалы групп лесистости, рассчитанной сотрудником Института экологии Волжского бассейна РАН В.П. Сидоренко для природных подзон (табл. 1).

Вся пространственно распределенная информация анализировалась с использованием экспертной информационной системы REGION [9–11], которая является иерархией баз различного регионального уровня. ЭИС REGION предназначена для хранения баз данных, их анализа и визуализации результатов обработки. Она представ-

Таблица 1

Минимально необходимая и оптимальная лесистость, %

Подзона	Минимально необходимая лесистость	Оптимальная лесистость
Степная	2–4 (очень сухие)	8–10
	4–6 (сухие)	11–12
	6–8 (для Среднего Поволжья)	13–15
Лесостепная	8	15–20
Смешанные и широколиств. леса	8	21–35
Южно-таежные леса	8	36–40

ляет собой единый комплекс программ, позволяющих решать в процессе интерактивной работы с пользователем задачи с имеющимися в информационном обеспечении системы объектами информации. Система дает возможность не только хранить информацию по экологическим показателям, но и разрабатывать сценарии экологической обстановки в регионах при разных вариантах социально-экономического развития, прогнозировать изменение функционирования экосистем в условиях меняющегося климата, оценивать экологическое состояние территорий с использованием различных алгоритмов обработки информации. Для этого в составе программного обеспечения ЭИС сформирована развитая библиотека методов и алгоритмов исследования причинно-следственных связей между факторами, действующими в эколого-экономической системе.

Система REGION с соответствующими ей базами пространственно распределенных экологических данных формально может быть отнесена к ГИС неклассического типа. Основное ее отличие от ГИС – отсутствие тщательной детализации чисто географических аспектов территории. Любой показатель (экономический, экологический, климатический и чисто географический) привязывается к некоторому участку квадратной или прямоугольной формы, имеющему зачастую достаточно большую площадь. При построении регулярной сетки учитывались следующие обстоятельства:

- должны быть обеспечены удобство координатной привязки, простота построения и охват всей территории;
- полученные результаты должны восприниматься целостно;
- увеличение количества участков должно быть оправдано и обосновано целями исследования, имеющимися пространственно распределенными показателями, их уровнем пространственной распределенности.

Большинство показателей, необходимых для оценки экологического состояния исследуемой территории, имеют административно-территориальную привязку, что обусловлено сегодняшним уровнем экологического мониторинга. Показатели, характеризующие природную среду, имеют, как правило, более детальную информаци-

онную привязку к территории и не зависят от административного деления. Усреднение таких показателей в пределах каждого участка приводит к потере информации об индивидуальных различиях отдельных территорий внутри участка. Однако это позволяет осуществлять выравнивание показателей для получения более надежных и сопоставимых результатов. Таким образом, пожертвовав географической эстетичностью, которая по отношению к пространственно распределенным данным вряд ли оправдана необходимостью, ЭИС REGION приобретает не менее привлекательные качества: дешевизну, экономичность в ресурсах, простоту в освоении, эксплуатации и интерпретации выходных данных.

Показатели, загружаемые в базу данных ЭИС REGION, в соответствии со спецификой решаемых задач могут принадлежать к следующим предметным областям:

1) физико-географическая характеристика территории: данные о ее географической и геоморфологической принадлежности, типах ландшафта, рельефе, грунтах, почвах, водоемах, гидрогеологических особенностях, климатических факторах, а также об основных тенденциях ландшафтных и климатических изменений;

2) биоценотическая характеристика территории: данные о преобладающих природных экосистемах и популяциях, их видовом составе и разнообразии, численности, биомассе и продуктивности, количественные сведения о круговороте биогенных элементов и о биологической трансформации энергии, о соотношении продукции и деструкции на различных трофических уровнях и т.д.;

3) данные гео- и биохимического мониторинга: результаты натуральных измерений и расчетные концентрационные поля химических, радиационных, тепловых загрязняющих аномалий, являющихся следствием техногенеза территории, в различных субстратах среды (в атмосфере, почве, снежном покрове, поверхностных и подземных водах, растениях и других живых организмах);

4) описание промышленного потенциала территориального комплекса и результаты инвентаризации источников газовых выбросов, сточных вод и твердых отходов производства: интенсивность техногенных потоков, химический состав выброса, агрегатные и термодинамические условия эмиссии вещества и энергии в окружающую среду;

- 5) данные о продуктивности сельскохозяйственных культур и распределении по территории численности скота и искусственно поддерживаемых популяций животных; сведения об источниках и условиях загрязнения окружающей среды удобрениями, пестицидами и другими продуктами функционирования агропромышленного комплекса;
- 6) медико-биологические и санитарно-гигиенические сведения о профессиональных источниках временной нетрудоспособности и заболеваемости населения.

Для текущей работы с базами данных в рамках ЭИС REGION разработано программное обеспечение [10], реализующее традиционные в таких случаях функции:

- многоаспектный поиск и формирование в режиме диалога подмножества показателей по имеющимся рубрикационным полям;
- графическое отображение на экране дисплея картограммы пространственного распределения каждого показателя базы по участкам территории;
- получение расчетных таблиц оценки структурных и модельных характеристик (например, составляющие техногенных и биоэнергетических потоков);
- получение новых (интегральных) показателей путем линейной комбинации подмножества других показателей, имеющихся в базе, либо по иным расчетным формулам;
- математическую обработку показателей базы с целью экологического районирования анализируемой территории, выявления участков, подверженных наибольшему антропогенному воздействию, с целью оценки биотического и геохимического состояния отдельных природных комплексов.

Для построения прогнозов и оценки сценариев возможного развития территории в условиях антропогенного воздействия и моделирования связей используются методы множественного статистического анализа (кластерного, факторного, регрессионного и др.).

При определении антропогенной нагрузки на территорию был использован эмпирический коэффициент ненарушенности территории:

$$\alpha = \lambda_{\text{факт}} / \lambda_{\text{оптим}}, \quad (1)$$

где $\lambda_{\text{факт}}$ – фактическая лесистость, %; $\lambda_{\text{оптим}}$ – оптимальная лесистость, %. Коэффициент α отражает соотношение не нарушенных и нарушенных хозяйственной деятельностью территорий. Его обратное значение – α^{-1} можно считать коэффициентом нарушенности [8].

Включение в систему показателей эмиссии CO_2 осуществлено для определения уровня антропогенного воздействия на основе учета энергопотребления, а также с целью инвентаризации техногенных выбросов парниковых газов с территории административных районов Нижегородской и Самарской областей. Расчеты по выбросам CO_2 проведены по методу В.А. Басурова [8] с использованием подготовленных РАО «ЕЭС России» Методических указаний по расчету годового валового выброса двуоксида углерода в атмосферу от котлов тепловых электростанций и котельных.

Произведенные расчеты позволили вычислить индексы антропогенной нагрузки $I_{\text{ан}}$ для административных районов Самарской и Нижегородской областей по формуле

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

где α^{-1} – коэффициент нарушенности территории; I_i – базовые и производные эколого-экономические показатели; $n = 9$.

Предварительно абсолютные значения I_i переводились в относительные путем нормирования на среднее значение индекса по области (по двум областям). В полученном интервале выделялись четыре класса значений $I_{\text{ан}}$, характеризующие напряженность экологической ситуации территории (табл. 2).

С использованием ЭИС REGION был проведен кластерный анализ методом полной связи отдельно административных районов Самарской (27 районов) и Нижегородской (47 районов) областей в зависимости от величины $I_{\text{ан}}$, который мы назвали одиночным подходом, и совместно для этих областей по 74 районам, который был назван смешанным подходом. В методе полной связи сходство между кандидатами на включение в существующий кластер и любым из элементов этого кластера не должно быть меньше некоторого порогового уров-

Таблица 2

**Базовые и производственные экологические показатели Самарской
и Нижегородской областей**

Значение $I_{ан}$			Характеристика экологической ситуации
Самарская обл.	Нижегородская обл.	Две области совместно	
$I_{ан} < 1,2$	$I_{ан} < 1,0$	$I_{ан} < 1,5$	Относительно удовлетворительная
$1,2 < I_{ан} < 2,4$	$1,0 < I_{ан} < 3,4$	$1,5 < I_{ан} < 2,5$	Напряженная
$2,4 < I_{ан} < 3,3$	$3,4 < I_{ан} < 5,0$	$2,5 < I_{ан} < 4,5$	Критическая
$3,3 < I_{ан}$	$5,0 < I_{ан}$	$4,5 < I_{ан}$	Кризисная

ня. Это более жесткое условие, чем правило для метода одиночной связи, поэтому объекты, объединенные в группы с помощью метода полной связи, обладают бóльшим сходством.

Структура получаемых кластеров (соотношение экологически благополучных и неблагополучных районов) представлена на рис. 1.

Результаты экологического зонирования, проведенного отдельно для территорий Самарской и Нижегородской областей, отличаются от результатов экологического зонирования, проводимого при совместном их рассмотрении (те районы, которые представлялись экологически кризисными в рамках одиночного подхода, при смешанном могли оказаться «не такими уж страшными»). Эти результаты отражены на рис. 2.

При смешанном подходе количество районов с относительно удовлетворительной экологической ситуацией увеличилось, особенно в Нижегородской области. Экологическая ситуация на территории Самарской области является более сложной, чем на территории Нижегородской, так как большинство ее районов относятся к экологически неблагополучным вследствие их большей промышленной и сельскохозяйственной освоенности и недостаточной лесистости. В частности, при смешанном подходе к экологическому районированию возросло по сравнению с одиночным подходом количество районов с критической экологической ситуацией в Самарской области – за



Рис. 1. Доля экологически благополучных и неблагополучных районов в общей структуре территорий Самарской и Нижегородской областей

счет перехода Алексеевского и Волжского районов из кластера с кризисной ситуацией в кластер с ситуацией критической. В Нижегородской области количество районов с критической и кризисной экологической ситуацией осталось неизменным: критическая экологическая ситуация характерна для Кстовского района этой области, кризисная – для Краснооктябрьского и Сеченовского районов. Таким образом, смешанный подход представляется более адекватным для выполнения экологического районирования.

Предложенный межрегиональный комплексный подход к районированию антропогенно нагруженных территорий позволяет уже не в масштабе одной области, а для территории, например, бассейна реки оптимизировать меры, направленные на уменьшение промышленной

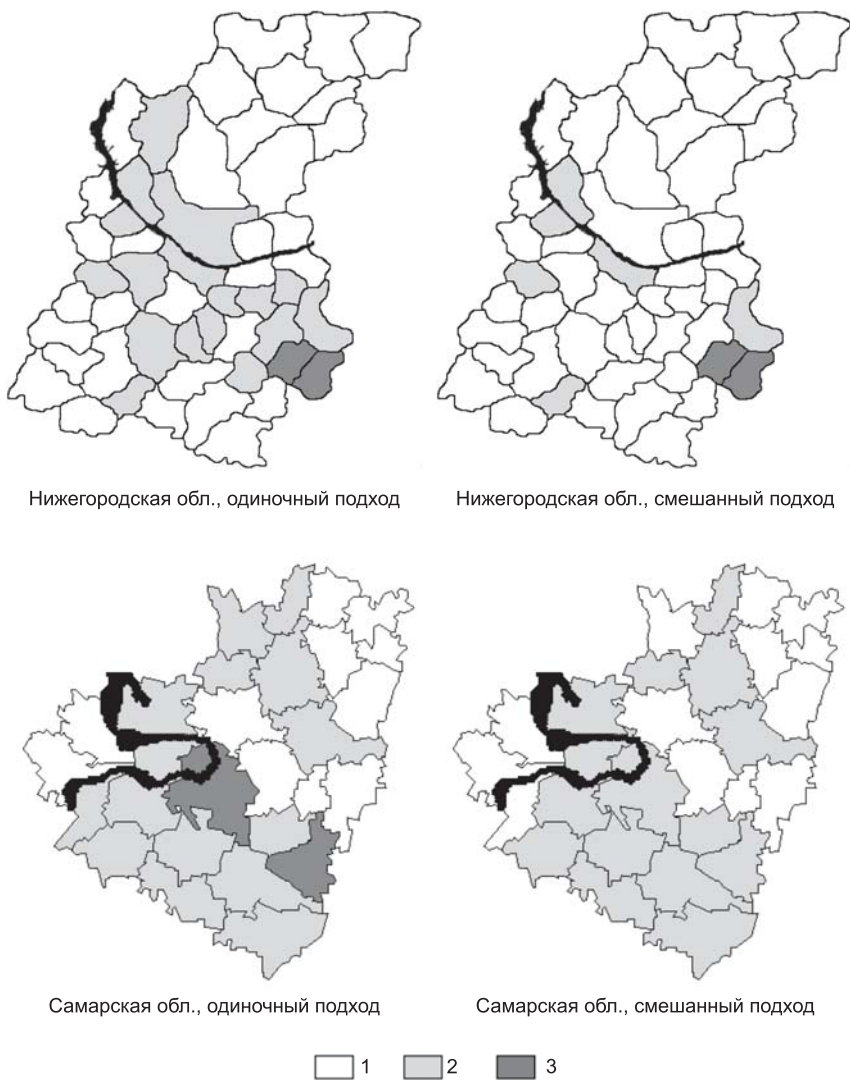


Рис. 2. Районирование Самарской и Нижегородской областей на три класса
1 – относительно удовлетворительная экологическая ситуация; 2 – напряженная и кри-
тическая экологическая ситуация; 3 – кризисная экологическая ситуация

и сельскохозяйственной нагрузки, в частности путем изменения природных факторов (в нашем случае это увеличение лесистости тех районов Самарской и Нижегородской областей, которые имеют сложную экологическую ситуацию, за счет доведения лесистости до минимально необходимой).

Литература

1. **Розенберг Г.С.** Экологическая экономика и экономическая экология: состояние и перспективы (с примерами по экологии Волжского бассейна) // Экология. – 1994. – № 5. – С. 3–13.
2. **Блам И.Ю., Мкртчян Г.М.** Качество окружающей среды и удовлетворенность жизнью в России // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер.: Социально-экономические науки. – 2009. – Т. 9, вып. 4. – С. 56–66.
3. **Экологическая** доктрина Российской Федерации. – URL: <http://www.nsc.ru/win/anones/1001.html> (дата обращения 21.11.2011).
4. **Горшков В.Г.** Пределы устойчивости окружающей среды // Докл. АН СССР. – 1988. – Т. 301, № 4. – С. 1015–1019.
5. **Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С.** Экологический вызов и устойчивое развитие. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – 416 с.
6. **Раднаев Б.Л., Михеева А.С.** Подходы к эколого-экономической оценке процессов опустынивания территорий // Регион: экономика и социология. – 2010. – № 3. – С. 190–200.
7. **Гелашвили Д.Б., Басуров В.А., Розенберг Г.С. и др.** Экологическое зонирование территорий с учетом роли сохранившихся естественных экосистем (на примере Нижегородской области) // Поволжский экологический журнал. – 2003. – № 2. – С. 99–108.
8. **Басуров В.А.** Экологическое зонирование территорий природно-антропогенных объектов с учетом роли сохранившихся естественных экосистем (на примере Нижегородской области): Дисс. ... канд. биол. наук. – Н. Новгород, 2002. – 197 с.
9. **Костина Н.В., Розенберг Г.С., Шитиков В.К.** Экспертная система экологического состояния бассейна крупной реки // Изв. Самар. НЦ РАН. – 2003. – Т. 5, № 2. – С. 287–294.
10. **Костина Н.В.** REGION: экспертная система управления биоресурсами. – Тольятти: СамНЦ РАН, 2005. – 132 с.
11. **Розенберг Г.С.** Волжский бассейн: на пути к устойчивому развитию. – Тольятти: Кассандра, 2009. – 477 с.

Рукопись статьи поступила в редколлегию 15.12.2011 г.

© Костина Н.В., Кудинова Г.Э., Розенберг Г.С., Пыршева М.В., 2012