

УДК 911.52(476)

## ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЛАНДШАФТОВ

М.Г. Ясовеев, А.И. Андрухович

**Введение.** В настоящее время в исследовании пространственной организации природопользования большую часть занимает геоэкологическая оценка устойчивости природных комплексов территории к внешним воздействиям. С ее учетом осуществляется нормирование нагрузок, планируются технологические решения по эксплуатации ресурсов, разрабатываются меры инженерной защиты природной среды. Для проведения данной оценки, как правило, используют выделы природной дифференциации территории. В качестве их выступают комплексные географические образования - ландшафты [13] или частные - геоморфологические [11], почвенные [4], гидрологические [6] и др. Такие модели обеспечивают разделение территории на однородные по реакции на внешние воздействия участки.

Оценка геоэкологической устойчивости территории с использованием природных моделей позволяет определить значения различных характеристик в любой точке пространства. Однако, так как управление природопользованием наряду с отраслевым осуществляется и по административно-территориальному принципу, то важное значение имеет также иной вид оценки устойчивости территории - на основе административного деления. В настоящее время методического обоснования подобного рода оценки не существует, поэтому *данное исследование восполняет этот пробел и является актуальным.*

Целью работы является геоэкологический анализ ландшафтов для потребностей регионального территориального планирования.

**Задачи.** Достижение поставленной цели применительно к административному району предполагает *решение двух исследовательских задач: первой* - оценку устойчивости ландшафтов региона к внешним воздействиям и их классификацию по данному признаку. *Второй* - обоснование оценки устойчивости природной среды территорий, имеющих сложную ландшафтную структуру.

Объектом оценки является административный район, так как он выступает основной единицей социально-экономического и природоохранного управления в Беларуси.

Ландшафтно-экологический анализ охватывает три основных элемента: геосистемы, человека (социум) и созданные человеком системы (техногенные системы), которые взаимосвязаны и взаимодействуют между собой [14]. В связи с этим операционными территориальными единицами исследований и преобразований могут выступать: административно-территориальные,

хозяйственно-территориальные и природные территориальные системы (ландшафты, речные бассейны и др.).

Административно-территориальные единицы удобны в этом смысле потому, что по ним ведется учёт обширной экологической информации. Хозяйственно-территориальные единицы также могут быть основой расчета уровня трансформации, поскольку в их пределах осуществляются многие хозяйственные операции.

Природные территориальные системы (ландшафтные системы) удобны как операционные территориальные единицы в связи с относительной однородностью явлений и процессов в их пределах и с идентичностью реакций на внешние воздействия. Кроме того, они позволяют оценить направления потоков поллютантов и размеры зоны накопления загрязнений. Природные системы (ландшафты и речные бассейны) удобны для расчета оптимальной территориальной структуры землепользования, поскольку представляют естественные единицы, обладающие свойствами самоорганизации [1].

Предметом исследования являются свойства ландшафтов и ландшафтно-технических систем, потенциал их оптимального функционирования и высокой эффективности выполнения социально-экономических функций.

**Основное содержание.** Устойчивость ландшафтов понимается, как способность последних сохранять свою структуру и характер функционирования при изменяющихся условиях среды [10]. В настоящее время преобладают два подхода оценки устойчивости. Первый подход (Г.И. Марцинкевич) предполагает определение состояния ландшафта с использованием совокупности показателей, отражающих как естественно присущие ему свойства, так и оказываемые на него нагрузки [7]. Второй подход (В.М. Губин) ориентирован на выявление реакции ландшафта на внешние воздействия независимо от его нынешнего состояния и отражает опасность проявления в ландшафте тех или иных неблагоприятных процессов [5]. Часто внешние воздействия могут быть настолько сильными (например, карьероразработки, сведение леса, химическое и радиационное загрязнение почв и пр.), что восстановление первоначального состояния ландшафта невозможно (во всяком случае, за время жизни одного поколения). В таком случае ландшафт испытал необратимые изменения, а запас его устойчивости исчерпан. Предложенные на этой основе классификации ландшафтов по степени устойчивости позволяют осуществлять оптимальные варианты природопользования.

Скорость и длительность восстановления ландшафтных систем зависит от ряда различных факторов: если нарушенные ландшафтные системы соседствуют с однотипными по вертикальной структуре и свойствам системами, то благодаря переносу семян, миграции животных, вегетативному размножению и пр. скорость восстановления значительно возрастает [3]. Вторым фактором является степень внутреннего ландшафтного разнообразия. Природные системы с высокой степенью внутреннего разнообразия обладают

большими резервами для восстановления за счет большего разнообразия местоположений и местообитаний, разнообразия организмов и биоценологических связей. Третий фактор - соотношение тепла и влаги в ландшафтных системах. При оптимальном увлажнении (когда отношение суммы атмосферных осадков к испаряемости близко к единице), процессы восстановления происходят быстрее [2]. Устойчивость повышается также, благодаря наличию у ландшафтов внешних барьеров.

Как правило, преобладающими являются следующие виды техногенного воздействия: сведение естественной растительности, предшествующее строительству большинства крупных объектов, а также связанное с формированием агросистем; изменение уровня грунтовых вод (УГВ), происходящее в зоне влияния, например, подземных водозаборов, мелиоративных сооружений, карьеров, водохранилищ; поступление на территорию загрязняющих веществ, сопровождающее функционирование промышленных, коммунальных, транспортных и иных объектов.

Реакция различных ландшафтов на указанные воздействия будет существенно отличаться. Например, сведение растительности для некоторых из них вызовет резкую активизацию эрозионных процессов, для других, наоборот, не приведет к негативным изменениям; повышение или понижение УГВ для отдельных ландшафтов вызовет коренную их перестройку, на другие не окажет влияния; поступающие загрязняющие вещества в одних ландшафтах будут накапливаться, из других - выноситься. Для природных комплексов полезно выделить ведущие показатели, от которых в решающей мере зависит реакция ландшафта на данные воздействия [8].

По отношению к сведению растительности в качестве показателей приняты интенсивность смыва почв и наличие линейных форм эрозии. Устойчивость ландшафтов по данному критерию обратно пропорциональна их численным значениям. Реакция ландшафтов на изменения УГВ будет находиться в прямой зависимости от глубины их залегания - чем она меньше, тем ниже устойчивость. Накопление загрязняющих веществ в природном комплексе определяется его ландшафтно-геохимическим строением: они выносятся из его элювиальных выделов и накапливаются в супераквальных.

В результате выделяются три категории ландшафтов: устойчивые, относительно устойчивые и неустойчивые ландшафты. По критерию сведения растительности к устойчивым отнесены ландшафты, где смыв почв отсутствует и линейная эрозия не превышает 2 %, к относительно устойчивым - со смывом до 3 мм/г. и (или) линейной эрозией свыше 2 %, к неустойчивым - со смывом свыше 3 мм/г. По критерию изменения УГВ к устойчивым отнесены ландшафты с глубиной залегания грунтовых вод свыше 5 м, к относительно устойчивым - в интервале 2-5 м и неустойчивым - до 2 м. По критерию накопления загрязняющих веществ устойчивыми были признаны ландшафты с заметным преобладанием элювиальных выделов над супераквальными (соотношение 2:1 и выше); относительно устойчивыми - с примерно

одинаковым их соотношением; неустойчивыми - с преобладанием супераквальных выделов над элювиальными.

Группировка ландшафтов по их устойчивости к техногенным воздействиям приводится в виде таблицы. В общем виде к наиболее устойчивым к загрязнению и изменению УГВ и наименее устойчивым к сведению растительности могут быть отнесены ландшафты возвышенные, низменные окажутся менее восприимчивыми к первым двум факторам и более - к последнему, а средневысотные займут промежуточное положение.

Таблица

*Оценка устойчивости ландшафтов к техногенным воздействиям [12]*

Роды ландшафтов	Воздействия								
	сведение растительности			изменение УГВ			поступление загрязняющих веществ		
	У	ОУ	НУ	У	ОУ	НУ	У	ОУ	НУ
Холмисто-моренно-озерные			///						
Холмисто-моренно-эрозионные			///						
Камово-моренно-озерные									
Камово-моренно-эрозионные									
Лессовые			///						
Моренно-озерные									
Вторичноморенные									
Моренно-зандровые									
Водно-ледниковые с озерами									
Вторичные водно-ледниковые									
Озерно-ледниковые									
Аллювиальные террасированные									///
Пойменные						///			///
Болотные						///			///
Нерасчлененные речные долины						///			///

Примечание: ландшафты: У – устойчивые; ОУ – относительно устойчивые; НУ-неустойчивые

Устойчивость территории, имеющей сложную ландшафтную структуру, очевидно, будет зависеть, во-первых, от площади, занимаемой каждым из ландшафтов, входящих в ее состав, во-вторых, от его устойчивости. Соответственно для оценки устойчивости территории в целом следует вначале определить количественные значения ландшафтной структуры территории, затем, опираясь на эти значения, а также индексы устойчивости ландшафтов, рассчитать интегральные показатели ее устойчивости.

Для получения интегральной оценки свойств территориальных выделов, имеющих сложное строение, применяется формула [9]:

$$O_n = \frac{O_{n_1}S_{n_1} + O_{n_2}S_{n_2} + \dots + O_{n_m}S_{n_m}}{\sum S_n},$$

где  $O_n$  – оценка свойств территории;  $O_{n_1}, O_{n_2}, \dots, O_{n_m}$  – оценки свойств составляющих территорию выделов  $n_1, n_2, \dots, n_m$ ;  $S_{n_1}, S_{n_2}, \dots, S_{n_m}$  – площади составляющих территорию выделов  $n_1, n_2, \dots, n_m$ ;  $\sum S_n$  – общая площадь территории.

Чтобы рассчитать показатели оценки, достаточно присвоить выделенным классам устойчивости численные выражения (например, для неустойчивых ландшафтов - 1 балл, относительно устойчивых - 2, устойчивых - 3 балла) и выполнить требуемые вычисления. Рассчитанные таким образом оценки отразят существующие между районами различия в устойчивости их территории к внешним воздействиям. Проведенные расчеты показали, что диапазон изменений количественных значений показателей для административных районов Беларуси составил 1,3-3,0 для воздействий, связанных со сведением растительности, 1,6-2,9 и 1,0-3,0 - для воздействий, связанных с изменением УГВ и поступлением загрязняющих веществ соответственно [12].

Полученные численные показатели позволяют сравнивать между собой административные районы по степени устойчивости природной среды к внешним воздействиям.

Чтобы устранить субъективизм при классификации, необходимо использовать другие методы, в частности метод построения треугольных диаграмм (рис.1).

Каждая сторона диаграммы соответствует одному из трех принятых классов устойчивости ландшафтов. Ее значения изменяются от 0 до 100 %, исходя из предельно возможной величины доли ландшафтов того или иного класса в ландшафтной структуре района.

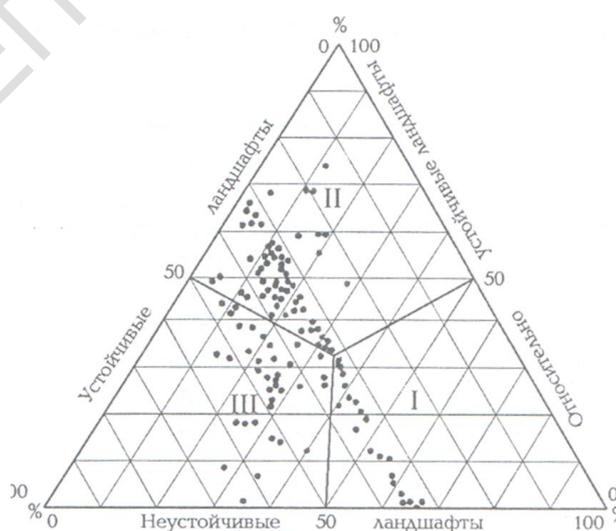


Рисунок 1 - Распределение административных районов Беларуси по устойчивости к техногенным воздействиям I – преобладание неустойчивых ландшафтов; II - преобладание относительно устойчивых ландшафтов; III – преобладание устойчивых ландшафтов

• – административный район

Чтобы выполнить классификацию районов по устойчивости, поле диаграммы следует разделить на три равные части. В этом случае все районы, которые попадут в левую ее часть, будут отнесены к устойчивым, поскольку данный класс ландшафтов здесь преобладает, в верхнюю - к относительно устойчивым по преобладанию относительно устойчивых ландшафтов и в правую - к неустойчивым по преобладанию неустойчивых ландшафтов.

Приведенный методический способ применялся для оценки ландшафтной устойчивости территории административных районов Беларуси к внешним воздействиям. Обобщающая картосхема отражает результирующую величину устойчивости административных районов Беларуси к рассмотренным трем видам воздействий (рис. 2). Поскольку наименьшей устойчивостью к двум из них отличаются практически одни и те же ландшафты (низменные), то и общая величина устойчивости территории к техногенным воздействиям оказалась минимальной в районах, расположенных в Полесской ландшафтной провинции, где такие ландшафты преобладают.

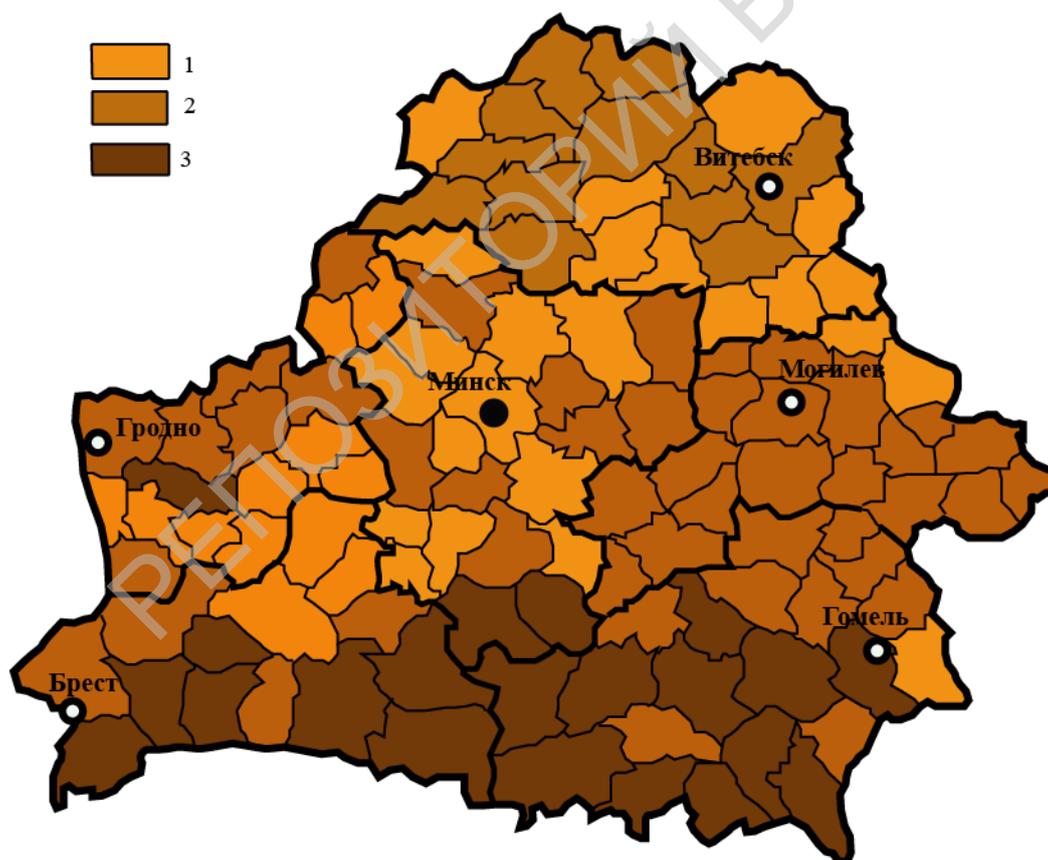


Рисунок 2 - Устойчивость территории административных районов Беларуси к техногенным воздействиям: 1 - высокая, 2- средняя, 3- низкая степень воздействия

**Выводы.** Практическое значение данной методики заключается в том, что она позволяет выделить приоритеты в выборе территории для размещения того или иного хозяйственного объекта. Использоваться она должна только

совместно с частными картохемами, отражающими устойчивость территории к конкретным воздействиям. Данный подход к оценке геоэкологической устойчивости территории районов к внешним воздействиям, включает три основных этапа исследований. На первом – определяется устойчивость ландшафтов к воздействиям с использованием количественных показателей, отражающих их свойства. На втором – осуществляется трансформация полученных оценок устойчивости ландшафтов в данные территорий, имеющих сложную ландшафтную структуру с использованием метода треугольных диаграмм. На третьем – рассчитываются показатели устойчивости природной среды районов, и проводится их классификация по данному признаку.

### Список литературы

1. Бобра, Т.В. Ландшафтные основы территориального планирования / Т.В. Бобра, А.И. Лычак - Симферополь: Таврия-Плюс, 2003. - 172 с.
2. Бобра, Т.В. Ландшафты и экосистемы / Т.В. Бобра, В.А. Боков.- В кн.: Экология Крыма.- Симферополь: Крымучпедгиз. - 2003.- С. 86-99.
3. Бобра, Т.В. Пространственный анализ устойчивости ландшафтных систем Крыма для целей территориального планирования и управления природопользованием / Т.В. Бобра // Уч. Зап. Таврического нац. ун-та им. В. И. Вернадского. Серия «География». – Т. 17 (56). – 2004. - № 4. – С.47-54.
4. Глазовская, М.А. Земельные ресурсы мира, их использование и охрана / М.А. Глазовская. - М., 1978. - С. 85.
5. Губин, В.Н. Методика среднемасштабного эколого-географического картографирования / В.Н. Губин, М.В. Фадеева, В. Е. Волков. - Мн., 1994. - С. 28.
6. Кудельский, А.В. Природопользование и охрана окружающей среды / А.В. Кудельский, Л.Д. Лебедева.- Мн., 1998. - С. 74.
7. Марцинкевич, Г.И. Градостроительство и архитектура: современность и перспективы: В 2 ч. / Г.И. Марцинкевич. - Мн., 1998. - С. 51.
8. Методические рекомендации по учету строения и устойчивости ландшафтов при решении задач размещения народнохозяйственных объектов в составе региональных планов. Мн., 1998. - С. 73.
9. Мухина, Л.И. Принципы и методы технологической оценки природных комплексов / Л.И. Мухина.- М., 1973. - С. 164.
10. Охрана ландшафтов: Толковый словарь. М., 1982. - С. 219.
11. Пролеткин, И.В. Эколого-геоморфологическая оценка рельефа г.Саратова / И.В. Пролеткин, В.З. Макаров, А.Н. Чумаченко, Т.А. Терехова // Проблемы геоэкологии Саратова и области. Саратов. - 1999.- Вып.3. - С.72-75.
12. Струк, М.И. Методика оценки устойчивости к внешним воздействиям природной среды административных районов Беларуси / М.И. Струк, В.А. Бакарасов // Вестник БГУ. Сер. 2, Химия, биология, география. - 2003. - № 1. - С.64-69.

13. Факторы и механизмы устойчивости геосистем: сб. науч. ст. / АН СССР, Ин-т географии ; отв. редактор Т. П. Куприянова. – М., 1989. – 333 с.

14. Ясовеев, М.Г. Исследование загрязнения городских природно-антропогенных ландшафтов / М.Г. Ясовеев, А.И. Андрухович; БГУ-БГПУ – Минск, 2012. – Деп. в БелИСА 27.06.12, № Д-201282 // Региональная физическая география в новом столетии. –2012. – Вып.6. – С. 302.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

### **Аннотация**

В работе представлен метод оценки устойчивости ландшафтов территории Беларуси к внешним воздействиям, включающий три этапа исследований. На первом – определяется устойчивость ландшафтов к техногенному воздействию с использованием количественных показателей. На втором – проводится системный анализ полученных оценок устойчивости ландшафтов на территориях, имеющих сложную ландшафтную структуру. На третьем – рассчитываются показатели устойчивости природной среды административных районов, и проводится их классификация по данному признаку.

### **Summary**

The method of approach to assessment of the environment stability of the districts in Belarus with regard to external influences is described. It involves three stages of investigations. There are: an assessment of the landscapes stability; a change from this over the territory with the complex landscape structure stability; an assessment of the districts environment stability.