

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Лысенкова З.В.¹, Рудский В.В.²

¹*Российский университет дружбы народов, Москва, Россия (117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6), e-mail: zova.lysenkova@mail.ru*

²*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр РАН, Москва, Россия (111020, Москва, Крюковский тупик, 4), e-mail: rudsky@mail.ru*

Проведен анализ количественных показателей оценки состояния антропогенных ландшафтов в условиях воздействия горного производства на природную среду. Показатели ранжированы по географическим признакам. Важнейшим показателем признан медико-географический, который основывается на заболеваемости и смертности населения. Кроме него существенную роль играют физико-географические количественные показатели, формирующиеся в зависимости от роли различных природных факторов, климата, гидрографии, почв, растительности и др. Отмечено, что в саморегулировании антропогенных ландшафтов особенно большую роль играет биота – важнейший стабилизирующий фактор благодаря ее мобильности, широкой приспособляемости к абиотическим факторам, способности восстанавливаться и создавать внутреннюю среду со специфическими режимами – световым, тепловым, водным, минеральным. Роль других компонентов в поддержании устойчивости неоднозначна и подчас противоречива. Климат и влагооборот быстро реагируют на входные воздействия и сами по себе крайне неустойчивы, но быстро восстанавливаются. Твердый фундамент – один из наиболее устойчивых компонентов, но в случае нарушения не способен восстанавливаться, и поэтому его нарушение (в основном в результате денудации) ведет к необратимым изменениям в ландшафте. С нашей точки зрения, количественные показатели оценки состояния антропогенных ландшафтов реализуются в категории устойчивости ландшафтов.

Ключевые слова: антропогенные ландшафты, оценка состояния, компоненты природной среды, устойчивость ландшафтов.

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF INDICATORS ANTHROPOGENIC LANDSCAPES

Lysenkova Z.V.¹, Rudsky V.V.²

¹*Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia (117198, Moscow, ul. Maclay, 6), e-mail: zova.lysenkova@mail.ru*

²*Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia (111020, Moscow, Kryukovsky tupik, 4, e-mail: rudsky@mail.ru*

The analysis of quantitative assessment of anthropogenic landscapes under the impact of mining on the environment. Indicators ranked by geography. Recognized as the most important indicator of health and Geography, which is based on morbidity and mortality. Besides him play a significant role physiographic quantitative indicators are formed depending on the role of various environmental factors, climate, hydrography, soils, vegetation, etc. It is noted that in the self-regulation of anthropogenic landscapes in particular plays an important role biota – a key stabilizing factor due to its mobility, wide adaptability to abiotic factors, the ability to recover and create an internal environment with specific modes - light, heat, water, mineral. The role of other components in maintaining stability is ambiguous and sometimes contradictory. Climate and the hydrologic cycle react quickly to input actions in and of themselves are extremely unstable, but quickly recovered. Solid foundation – one of the most stable components, but in case of violation is not able to recover, and therefore a violation of (mainly as a result of denudation) leads to irreversible changes in the landscape. From our perspective, quantitative assessment of anthropogenic landscapes are implemented in the category stability landscapes.

Keywords: anthropogenic landscapes, assessment, components of the environment, sustainable landscapes.

Введение. Важнейшими количественными показателями оценки негативного антропогенного воздействия на природную среду (в том числе и на ландшафты) выступают медико-географические критерии, в частности, фактор заболеваемости и смертности населения, проживающего в той или иной местности [3,4]. Вторую группу показателей

составляют так называемые *физико-географические критерии*, в качестве которых рассматриваются основные компоненты природной среды. Третья группа критериев – это эколого-экономические критерии, отражающие специфику района работ, а также экологическую нагрузку на природную среду. Степень их значимости зависит от экономической мощи государства, – чем выше уровень развития государства, тем больше средств оно может вкладывать в решение экологических проблем.

Таким образом, основная **цель** работы заключается в выявлении показателей, характеризующих состояние как отдельных компонентов природной среды, так и составляющих ее ландшафтов.

Задачи исследования: 1) обозначить основные показатели оценки состояния ландшафтов; 2) отметить специфику и особенности использования этих показателей; 3) показать соотношение показателей с категорией «устойчивость ландшафтов».

Основное содержание. В качестве наиболее общих количественных показателей оценки состояния природной среды можно использовать [2, 4]:

1. Натуральные и условные показатели, отражающие негативное воздействие горного производства (объемы фактических и условных выбросов и сбросов вредных веществ, вывоза отходов, уровни вредных физических воздействий и т.д.).
2. Ресурсопотребление и ресурсный баланс предприятия (потребление кислорода, водопотребление, потребление электроэнергии и т.д.).
3. Географические характеристики территории (ландшафтов), на которые оказывает воздействие предприятие (плотность населения, структура ландшафтов, эстетическая ценность ландшафтов, характеристики почвенного покрова, биоразнообразие).
4. Техническое состояние предприятия (уровень модернизации, использование современных технологий, отвечающих мировым стандартам и т.д.).
5. Эколого-экономические показатели, отражающие стоимостной аспект экологической безопасности (конкурентоспособность в экологической сфере, экологический риск, экологическая чистота и т.д.).

Кроме этих показателей в географических исследованиях используются различные количественные показатели, характеризующие состояние как отдельных компонентов природной среды, так и составляющих ее ландшафтов.

Среди них, с нашей точки зрения, наиболее значимыми являются следующие:

1. *Высота местности* (количество метров над уровнем моря или относительная высота). Каждый высотный уровень по-своему реагирует на выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Как отмечает В.П. Галахов и др. [1], содержание тяжелых металлов в снежно-ледниковой толще Алтая превышает кларковые уровни в несколько раз, причем величина

загрязнения меняется с высотой. Ниже по склону эти показатели могут существенно снижаться.

2. *Крутизна склонов.* По крутизне склонов выделяют: 1) склоны очень пологие – 2- 6°, 2) пологие – 6-15°, 3) средней крутизны – 15-30°, 4) крутые – 30-45°, 5) очень крутые – 45-60°, 6) обрывистые – 60-80°, 7) отвесные – 80-90° и 8) нависающие – более 90°. Большое значение имеет также высота и длина склонов. Длина склона (м) измеряется по направлению общего его ската. Измеряя склоны в горизонтальном направлении вдоль них, говорят о протяженности склонов. Крутизна склонов имеет большое практическое значение, особенно в горном деле. Высота и крутизна склонов играют определяющую роль в самом развитии рельефа, обуславливая возникновение различных денудационных и аккумулятивных процессов в пределах склона, особенности их проявления и их энергию.

3. *Состав и строение горных пород.* Все горные породы имеют определенный вещественный состав, обладают специфическим строением и образуют в земной коре определенное объемное тело, то есть свою форму залегания (*пласт, линза, массив* и др.). Горные породы характеризуются химическим и минералогическим составом. Химический состав выражается в процентных соотношениях главных оксидов: SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, FeO, Fe₂O₃, Na₂O, K₂O и др. – это *петрогенные* элементы, которые составляют 96–97 % от объема породы. Остальные 3–4 % составляют *элементы-примеси* [7].

Существует несколько методических приемов суммарной оценки состояния литосферы и степени ее изменчивости [2].

Первый (градации по степени покомпонентной изменчивости) базируется на использовании двурядной матрицы, на которой по вертикальной шкале располагаются анализируемые компоненты геологической среды с разбивкой по степени изменчивости для всех оценочных критериев. Все они индексируются, что позволяет на пересечении вертикальной и горизонтальной граф получить искомую оценку состояния каждого компонента геологической среды по степени изменчивости всех оценочных критериев. На карту выносятся индексы, а его расшифровка дается в легенде. Суммарный учет частных оценок проводится путем отбора наиболее измененных компонентов геологической среды с составлением рекомендательных карт, на которых указываются в каждом выделенном контуре степень и характер изменения.

Для каждого вида воздействия определяется площадь пораженности S_i по градациям степени изменчивости. Далее определяется отношение площади пораженности к оцениваемой площади участка (K_{pi}), для каждого вида воздействия с учетом степени изменчивости по формуле:

$$G_i = K_{pi} \times n_i,$$

где p_i – интенсивность изменчивости (градации).

Затем все G_i суммируются, а полученная величина отражает интегральную изменчивость территории районирования. Такая оценка является относительной, хотя и характеризует вполне определенные (в физическом выражении) участки территории, затронутые тем или иным антропогенным воздействием.

Рассмотренный методический прием рекомендуется также к использованию при проведении экологической экспертизы или ОВОС [2, 6,7].

4. *Гидрогеологические и гидрохимические условия.* Применение этих критериев основано на сопоставлении существующего загрязнения литосферы и ее компонентов (вместе с подземными водами) с ПДК или фоном с учетом токсичности вещества-загрязнителя. Такая оценка с ранжированием по классам показана в таблице 1.

Таблица 1

Геохимические критерии оценки состояния литосферы [2]

Оценочные показатели	Классы состояния литосферы			
	норма	риск	кризис	бедствие
Концентрации всех определяемых элементов и соединений	Фоновые и даже ниже ПДК	1 – 5 ПДК (2-й и 3-й классы опасности); 1 ПДК (1-й класс опасности)	5-10 ПДК (2-й и 3-й классы опасности); 1-5 ПДК (1-й класс опасности)	Более 10 ПДК (2-й и 3-й кл. опасности); более 5 ПДК (1-й кл. оп-ти)

Для оценки уровня техногенного загрязнения подземных вод предлагается ввести физические точки их отсчета [2]. Такими точками отсчета могут быть качество подземных вод в естественном состоянии C_e и предельно допустимая концентрация ЗВ в подземных водах, используемых для питьевых целей. Кроме того, для характеристики масштабов загрязнения подземных вод важное значение имеет размер площади (S) в области загрязнения. Таким образом, оценка загрязнения подземных вод дается по двум показателям: качеству подземных вод (C) и размеру площади (S) в области загрязнения.

5. *Особенности и характер рельефа.* В географической литературе рельеф рассматривается в качестве важнейшего компонента ландшафта. Это обусловлено, прежде всего, его консервативностью и устойчивостью к воздействию. Изменение состояния рельефа связано с серьезным техногенным воздействием (строительство, горные разработки и т.д.). Для оценки состояния рельефа используются геодинамические критерии. При этом рассматриваются 2 показателя: площадь и глубина техногенной переработки (нарушенности, освоенности, застроенности). Пример использования этих показателей приведен в таблице 2.

Таблица 2

Геодинамические критерии оценки рельефа [2]

Оценочные показатели изменчивости рельефа	Классы экологического состояния территории			
	норма	риск	кризис	бедствие
Площадь техногенного рельефа к площади участка, %	Менее 10	10 - 25	25 - 50	Более 50
Техногенный размах рельефа, м	Менее 10	10 - 25	20 - 50	-
Площади подработанных территорий, %	Менее 10	10 - 20	20 - 50	Более 50

Рекомендованные градации геодинамических критериев оценок состояния литосферы довольно условны. Они могут быть использованы только для предварительной оценки изменчивости рельефа на стадии предпроектных разработок. На более поздних стадиях проекта критерии оценки могут трансформироваться по количественным значениям выделяемых градаций в соответствии с конкретными особенностями ландшафта и характером планируемого техногенного воздействия. Критерии оценки состояния рельефа по развитию геологических процессов приведены в таблице 3 [2].

Таблица 3

Критерии оценки состояния рельефа по развитию геоморфологических процессов [2]

Оценочные показатели	Классы геологического состояния территории			
	норма	риск	кризис	бедствие
Площадная пораженность опасными геоморфологическими процессами, %	Менее 5	5 - 25	25 - 50	Более 50
Сложность инженерно-геологических условий (меры инженер. защиты)	Несложные (локальные меры)	Сложные (меры на ограниченной территории)	Весьма сложные (повсеместная защита)	Систематические катастрофы (меры не гарант. безопасности)

При практической реализации предлагаемых критериев оценки необходимо учитывать, что ключевым моментом является выделение для каждой территории ведущих, наиболее опасных геоморфологических процессов или их последствий. Критерием такого выделения является оценка эколого-экономического ущерба для данной территории при определенных видах техногенного воздействия и формирования техногенных ландшафтов.

6. *Поверхностный сток. Модуль стока.* Поверхностный сток с горнопромышленных площадок является одним из интенсивных источников загрязнения окружающей среды различными примесями природного и техногенного происхождения. Поверхностный сток по ряду показателей даже более загрязнен, чем городские сточные воды. Расчеты показывают, что из общего годового количества загрязняющих веществ, содержащихся во всех видах сточных вод, отводимых с территории населенных пунктов, на долю поверхностного стока приходится около 78 % взвешенных веществ, 20 % органических веществ (по БПК), 68 % нефтепродуктов. Практически весь объем (за редким исключением) поверхностных сточных вод, образующихся на хозяйственно освоенных территориях, отводится в водные объекты без очистки.

Модуль стока – объем стока в единицу времени с единицы площади водосбора. Вычисляется путем деления расхода воды на площадь водосбора. Обычно выражается в л/с на кв. км или л/с на га. Наименьший модуль стока в засушливых районах, наибольший, соответственно, во влажных. Он изменяется в пределах от 1 до 15 л/с на кв. км.

7. В саморегулировании геосистем особенно большую роль играет *биота* – важнейший стабилизирующий фактор территории. Благодаря ее мобильности, широкой приспособляемости к абиотическим факторам, способности восстанавливаться и создавать внутреннюю среду со специфическими режимами – световым, тепловым, водным, минеральным, формируется определенная степень устойчивости ландшафта к антропогенному воздействию. С нашей точки зрения, количественные показатели оценки состояния антропогенных ландшафтов реализуются именно в категории «устойчивость ландшафтов».

Таким образом, роль физико-географических компонентов в поддержании устойчивости неоднозначна и подчас противоречива. Климат и его составляющие, как правило, быстро реагируют на входные воздействия и сами по себе крайне неустойчивы, но быстро восстанавливаются. Твердый фундамент – один из наиболее устойчивых компонентов, но в случае нарушения не способен восстанавливаться, и поэтому его нарушение (в основном в результате денудации) ведет к необратимым изменениям в ландшафте. Стабильность твердого фундамента, таким образом, важная предпосылка устойчивости ландшафта.

Устойчивость всякого ландшафта, разумеется, относительна и имеет свои пределы. Любая система устойчива при сохранении важнейших параметров внешней среды. При сохранении определенной стабильности зональных и азональных условий все современные ландшафты будут оставаться устойчивыми, и диапазон параметров внешней среды, от которой зависит их устойчивость, в основном известен и (или) может контролироваться.

Выводы

1. Количественные показатели оценки состояния антропогенных ландшафтов выполняют важнейшую функцию по объективизации, структурированию и выявлению роли тех или иных видов воздействия на природную среду (ландшафтную сферу).
2. Среди факторов (критериев) оценки воздействия важнейшее место уделяется физико-географическим факторам, которые могут ускорять или замедлять процесс воздействия. Эти факторы, как правило, соответствуют определенным компонентам природной среды (рельефу, водам, воздуху, почвам, растительности и др.).
3. Роль компонентов в поддержании устойчивости неоднозначна и подчас противоречива. Климат и его элементы быстро реагируют на входные воздействия и сами по себе крайне неустойчивы, но быстро восстанавливаются. Твердый фундамент – один из наиболее устойчивых компонентов, но в случае нарушения не способен восстанавливаться, и поэтому его нарушение (в основном в результате денудации) ведет к необратимым изменениям в ландшафте.
4. В саморегулировании антропогенных ландшафтов особенно большую роль играет биота – важнейший стабилизирующий фактор. Благодаря ее мобильности, широкой приспособляемости к абиотическим факторам, способности восстанавливаться и создавать внутреннюю среду формируется определенная степень устойчивости ландшафтов к антропогенному воздействию.
5. Таким образом, степень устойчивости ландшафтов определяется, в первую очередь, спецификой слагающих их компонентов. Однако и внутренняя структура ландшафтов также играет важную роль. Фации наименее устойчивы к внешним воздействиям и наименее долговечны. Более крупные по площади подразделения ландшафтной оболочки значительно более устойчивы к воздействию, о чем наглядно свидетельствуют наблюдения над их реакцией на преднамеренное и непреднамеренное вторжение человека с его хозяйственной деятельностью.

Список литературы

1. Галахов В.П., Нарожный Ю.К., Никитин С.А. и др. Ледники Актру (Алтай). – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 119 с.
2. Матвеев А.В., Котов В.П. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза. СПбГУАП. – СПб., 2004. – 104 с.
3. Рудский В.В. Критерии оценки негативного воздействия горного производства на природную среду // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10 (ч. 4). – С. 802-806.

4. Рудский В.В. Категория экологического риска в географических исследованиях // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 10 (ч. 14). – С. 3153-3156.
5. Рудский В.В. *Природопользование в горных странах*. – Новосибирск: Наука, 2000. – 207 с.
6. Соколов И.В., Церенова К.В. Комплекс характеристик экологической безопасности при добыче полезных ископаемых // <http://www.sworld.com.ua/konfer27/676.pdf>
7. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. *Экологическая геология: Учебник*. – М.: Геоинформмарк, 2003. – 179 с.

Рецензенты:

Шкаликов В.А., д.г.н., профессор, Смоленский гуманитарный университет, г. Смоленск.

Носонов А.М., д.г.н., профессор, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева, г. Саранск.