

УДК502.3; 551.15 (476)

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

А.И. Андрухович (Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка, кафедра экономической географии и охраны природы, ул. Советская, 18, г. Минск, Беларусь, 220050, annaand@tut.by)

В конце XIX – первой половине XXв. в Беларуси активизировался процесс антропогенной трансформации природной среды, появляются антропогенные ландшафты, отличающиеся от природных образований. Под **антропогенной трансформацией ландшафтов** (АТЛ) понимается изменение компонентной структуры ландшафтов, которое влечет за собой комплексную трансформацию естественных природно-территориальных комплексов (ПТК), снижение их природно-ресурсного потенциала и общее снижение качества среды обитания. Особо важную роль оценка АТЛ приобретает в геоэкологических исследованиях неустойчивых районов территории Беларуси. Исследованием АТЛ начали активно заниматься с 1940 - х гг. В настоящее время сформировалось несколько научно-методических подходов к изучению рассматриваемой проблемы: общий, геотехносистемный, природотехносистемный, ландшафтный, экосистемный (табл.1). Для комплексного анализа пространственной структуры антропогенно трансформированных территорий целесообразно использовать ландшафтный и геотехносистемный подходы.

Таблица 1

Научно-методические подходы к изучению АТЛ

Название научно-методического подхода	Объект исследования (территориальная единица)	Научно -прикладные области применения	Основатели и сподвижники научно-методического подхода
1. <i>Общий</i>	Территориальный комплекс любой размерности	Экономика природопользования, оценка структуры землепользования, кадастровая оценка	Бивер, Оксенхэм
2. <i>Геотехносистемный</i>	Геотехническая система	Ландшафтоведение, экологический мониторинг, экологические изыскания	Институт географии АН СССР: В.С. Преображенский, А.Ю. Ретеюм, Л.Ф. Куницын; кафедра физической географии СССР МГУ: К.Н. Дьяконов, А.В. Дончева
3. <i>Природно-техносистемный</i>	Природно-техническая система	Инженерная геология, инженерная геоэкология	А.Л. Ревзон, Г.К. Бондарик, Г.С. Вартамян, В.К. Епишин и др.
4. <i>Ландшафтный</i>	Антропогенный ландшафт	Ландшафтоведение, экологические изыскания, оценка фонового состояния окружающей среды	Факультет географии и геоэкологии Воронежского ГУ: Ф.Н. Мильков, В.И. Федотов, В.В. Козин, В.Н. Двуреченский
5. <i>Экосистемный</i>	Антропогенная экосистема	Ландшафтная экология	Б.В. Виноградов (Институт водных и экологических проблем СО РАН)

Изучение антропогенной измененности природных ландшафтов разрабатывается школой Ф. Н. Милькова и носит название «антропогенное ландшафтоведение» и заключается в оценке характера антропогенной измененности. Ф. Н. Мильков (Мильков 1973;1981) предложил несколько классификаций антропогенных ландшафтов (АЛ), составленных по различным критериям. Центральное место занимает классификация АЛ по их содержанию. С этой классификацией связано много вопросов относительно иерархической соподчиненности АЛ. Не всегда ясно, к какой таксономической единице относится тот или иной тип антропогенных ландшафтов. Классификацию Ф. Н. Милькова можно назвать «классификацией элементарных ландшафтов с учетом их антропогенной измененности». Однако в литературе чаще встречается термин «антропогенное урочище». Между тем, например, дорожные АЛ сопоставимы по площади с элементарными геосистемами. Поэтому возможности такой классификации ограничены: она не позволяет дать точный ответ, насколько сильно в данном районе изменены исходные ландшафты.

Для наиболее полной характеристики необходима качественная оценка изменения вертикальной структуры геосистем. Выявить критерии, по которым можно было бы оценить нарушенность ландшафтов, достаточно сложно. Н. И. Ахтырцева (Ахтырцева, 1972) предлагает классификацию ландшафтов по степени измененности, подразделяя их на естественные, измененные, ренатуризованные, антропогенные и девственные. Однако автор не раскрывает условий, по которым можно оценивать степень измененности собственно антропогенных ландшафтов.

Интересный подход использует В. М. Плюснин (Плюснин, 1998), который выделяет пять степеней нарушенности возвышенных ландшафтов.

1. *Неизмененные или очень слабо нарушенные ландшафты.* К ним относятся возвышенности и территории заповедников, не посещаемые или изредка посещаемые. При этом они находятся вдали от вредных выбросов промышленных предприятий, дороги практически отсутствуют. Функции геосистем подчинены естественным процессам.

2. *Слабо измененные ландшафты.* Антропогенная нагрузка действует на отдельные компоненты ландшафта, основные природные связи не нарушены.

3. *Существенно измененные ландшафты.* Для них характерны наличие изменений коренной структуры ландшафта, связей, загазованность, пониженный уровень грунтовых вод, смена структуры растительного покрова.

4. *Сильно измененные ландшафты.* Ландшафты, подвергшиеся длительному антропогенному воздействию, которое привело к нарушению природных связей и изменению их структуры. Это участки горных выработок, лесных вырубок, территории неконтролируемого посещения туристов, зоны подтопления водохранилищами.

5. *Преобразованные ландшафты.* Это селитебные территории, промышленные застройки, водохранилища, сельскохозяйственные поля, пруды, дороги, т. е. территории, на которых природные связи целенаправленно изменены.

Вопросы диагностирования состояния антропогенных ландшафтов, оценки степени их трансформации и экологического нормирования антропогенной нагрузки остаются сегодня актуальными и сложными вопросами. Основным среди них является определение признаков выделения степени антропогенной измененности ландшафтов (табл.2).

Оценка степени антропогенной измененности ландшафтов

Динамическое состояние ландшафтов	Степень изменений, %	Характеристика изменений в структуре ландшафтов
Неизменные, наиболее устойчивые	0	Изменений нет или они незначительны в составе позвоночной фауны
	10	Изменение состава или исчезновение позвоночных животных
Измененные, способные к самовосстановлению (инвариант структуры ландшафта сохранен)	20	Изменение состава растительности (основные черты естественной растительности сохранены)
	30	Коренное изменение растительности, ее замена или утрата (основные черты и состав естественной растительности утрачены); изменение видового состава беспозвоночных животных, его обеднение или уничтожение
Переходное состояние	40	Поверхностное изменение почв (без изменения существующего типа), состава почвенной фауны
	50	Коренное изменение почвенного покрова с переходом (изменением) типа почвы, изменение гидрологических или физико-химических условий почвообразования
Не способные к самовосстановлению (разрушен инвариант структуры ландшафта)	60	Уничтожение или замена почвенного покрова
	70	Изменение в составе почвообразующих пород с сохранением исходной структуры
	80	Уничтожение, замена, перекрытие или изоляция исходных почвообразующих пород
	90	Изменение характера литогенной основы, обнажение геологического фундамента
	100	Изменение характера геологического фундамента (обнажение пород с иными физико-химическими свойствами)

Такая классификация весьма выгодно отличается от описанных выше своей конкретностью и четко обозначенными критериями выделения по степени измененности природных ландшафтов. Однако этот подход может быть использован только при средне- и мелкомасштабном картографировании антропогенных изменений.

Существуют и другие классификации, где в том или ином контексте отражается антропогенная измененность ландшафтов (Елисафенко, 2002), но все они имеют определенные ограничения.

Геоэкологическая оценка состояния природной среды и геологической среды в частности (природно-геологической среды) является сложнейшей геоэкологической задачей, решается с использованием методологического алгоритма: системный подход - системный анализ - интегральная оценка. В настоящее время отсутствует единый интегральный показатель экологического состояния природной геосистемы, поэтому критериями оценки экологического состояния природных сред и геосистем служит комплекс биоиндикационных, пространственных и динамических показателей, а геоэкологическая оценка осуществляется на основе выбора наиболее представительных из них.

Базовым методом геоэкологической оценки природно-техногенных ландшафтов является комплексный учет показателей. Последние ранжируются в общем виде на (Ясовеев, 2013):

— природные, отражающие особенности рельефа, покровных отложений, почв, растительности, пород зоны аэрации, инженерно-геологические и гидрогеологические условия территории;

— техногенные, оценивающие особенности воздействия промышленных, сельскохозяйственных, урбанизированных, транспортных и других объектов;

— результирующие, отражают современное состояние природной среды с учетом установленных изменений вышеперечисленных природных параметров под воздействием техногенных нагрузок.

Существуют различные уровни природопользования, на которых выполняется анализ и оценка геоэкологического состояния природных геосистем - региональный (крупный природно-территориальный комплекс с площадью от нескольких десятков тыс. км² и крупнее; масштаб исследований 1:500 000-1 1 000 000), зональный (природно-территориальный комплекс с площадью обычно от нескольких тысяч до нескольких десятков тыс. км²; масштаб исследований 1:100 000-1 200 000), локальный (любая территория, обычно с площадью менее одной тысячи км²; масштаб исследований 1:25 000-1 50 000). На региональном и зональном уровнях для каждого региона разрабатываем свой специфический комплекс критериев оценки геоэкологического состояния природной среды.

На региональном и зональном уровнях определяются основные геоэкологические проблемы региона и проводится системный анализ природных и техногенных факторов. Далее разрабатывается комплекс оценочных критериев и показателей, проводится классифицирование экологического состояния природной среды, выделяются оценочные таксоны (участки), разрабатывается шкала экспертной, чаще всего, балльной оценки, проводятся расчеты оценочных баллов по всем компонентам природной среды и показателям на каждом участке. Завершается анализ геоэкологическим районированием территории (интегральная геоэкологическая оценка).

Территория Беларуси характеризуется большим разнообразием природных и техногенных условий. Техногенная нагрузка оказывает влияние на природные геосистемы и состояние здоровья населения. Техногенное воздействие, а также природные геологические угрозы вызывали следующие экологические проблемы: 1) химическое загрязнение атмосферы, почв, поверхностных и подземных вод, обусловленное высокой степенью техногенной нагрузки; 2) накопление больших объемов промышленных и коммунальных отходов, являющихся постоянными источниками загрязнения природной среды; 3) радиоактивное загрязнение, обусловленное естественными и техногенными источниками радиоактивного излучения; 4) нарушения природных сред и ландшафтов интенсивно функционирующей горнодобывающей промышленностью; 5) нарушение лесных и земельных ресурсов и деградация лесных массивов; 6) загрязнение почв и гидросферы деятельностью агропромышленного комплекса; 7) изменение гидрогеологических условий; 8) изменение инженерно-геологических условий в связи с активизацией геодинамических процессов; 9) усиление развития экзогенных геологических; 10) развитие чрезвычайных ситуаций природного и природно-техногенного характера с экологическими последствиями.

Методология исследований

Геоэкологическая оценка состояния природно-техногенной среды проводится по следующему алгоритму:

1-ый этап. Определение комплекса оценочных критериев и показателей.
Оценивается геоэкологическое состояние компонентов природной среды: литогенной

основы, ландшафтов, почв, донных осадков, подземных вод, поверхностных вод и приповерхностной атмосферы. В итоге выделены 10 наиболее весомых показателей (Копылов, 2011) (табл.3).

Таблица 3

Показатели оценки состояния природной среды и ее компонентов

Компоненты природной среды	№ компонента	Геоэкологические параметры и процессы (показатели)	Экологическая оценка (цифры в скобках оценочные баллы)	Компоненты природной среды	№ компонента	Геоэкологические параметры и процессы (показатели)
1	2	3	4	5	6	7
Литогенная основа	1	Эндогенные процессы (сейсмичность в баллах)	Допустимое <5 (1)	Умеренно опасное 5-6 (2,3,4)	Опасное 7-8 (5,6,7)	Чрезвычайно опасное >8 (8,9,10)
	2	Геодинамическая (неотектоническая) активность (плотность тектонических нарушений)	Слабая (ниже среднего) (1)	Умеренная (средняя) (2,3,4)	Высокая (выше среднего) (5,6,7)	Очень высокая (аномальная) (8,9,10)
	3	Пораженность территории экзогенными процессами (карст, овраги, оползни, болота, мерзлотные и др.) (В%)	Допустимое <5 (1)	Умеренно опасное 5-20 (2,3,4)	Опасное 20-30 (5,6,7)	Чрезвычайно опасное >30 (8,9,10)
Ландшафты	4	Степень нарушенности территории (в%)	Слабо измененные <10 (1)	Средне измененные 10-25 (2,3,4)	Сильно измененные 25-50 (5,6,7)	Очень сильно измененные >50 (8,9,10)
Почвы	5	Химическое загрязнение (по ПДК в зависимости от класса опасности и площади). Элементы: 1 класс опасности 2 класс опасности 3 класс опасности	Допустимое <1 <1 <1 (1)	Умеренно опасное 1-1,5 1-2,5 1-5 (2,3,4)	Опасное 1,6-3 2,6-10 5,1-20 (5,6,7)	Чрезвычайно опасное >3 >10 >20 (8,9,10)
	6	Радиоактивное загрязнение (мкР/час)	Допустимое <16 (1)	Умеренно опасное 16-25 (2,3,4)	Опасное 26-35 (5,6,7)	Чрезвычайно опасное >35 (8,9,10)
Донные осадки	7	Химическое загрязнение (по ПДК в зависимости от класса опасности и площади). Элементы: 1 класс опасности 2 класс опасности 3 класс опасности	Допустимое <1 <1 <1 (1)	Умеренно опасное 1-1,5 1-2,5 1-5 (2,3,4)	Опасное 1,6-3 2,6-10 5,1-20 (5,6,7)	Чрезвычайно опасное >3 >10 >20 (8,9,10)

1	2	3	4	5	6	7
Подземные воды	8	Химическое загрязнение вод зоны активного водообмена (в ПДК): 1-2 класс опасности 3-4 класс опасности	Допустимое <1 <1 (1)	Умеренно опасное 1-5 1-50 (2,3,4)	Опасное 5-10 5-100 (5,6,7)	Чрезвычайно опасное >10 >100 (8,9,10)
Поверхностные воды	9	Химическое и пестицидное загрязнение поверхностных вод (в ПДК): 1-2 класс опасности 3-4 класс опасности	Допустимое <1 <1 (1)	Умеренно опасное 1-5 1-50 (2,3,4)	Опасное 5-10 5-100 (5,6,7)	Чрезвычайно опасное >10 >100 (8,9,10)
Приповерхностная атмосфера	10	Комплексное загрязнение воздуха (модульное количество выбросов загрязняющих веществ, т/км ²)	Низкое <2 (1)	Среднее 2-4 (2,3,4)	Высокое 4-10 (5,6,7)	Очень высокое >10 (8,9,10)
Суммарная оценка состояния природной среды и ее компонентов			Благоприятное (<20)	Условно благоприятное (20-40)	Неблагоприятное (40-60)	Весьма неблагоприятное (>60)

2-ой этап. Ранжирование уровней экологической нарушенности (дестабилизации). Наиболее оптимальной на современном этапе, как указывают В.Т. Трофимов и др. (Трофимов, 1997), является выделение четырех уровней экологических нарушений - норма, риск, кризис и бедствие (благоприятное, условно благоприятное, неблагоприятное и весьма неблагоприятное экологическое состояние).

3-ий этап. Определение картируемых и оценочных таксонов. Оценка геоэкологического состояния природной среды территории производится на основе экологогидрографического районирования.

4-ый этап. Технология и шкала балльной оценки. Каждый критерий (показатель) на участках оценивается по 10 балльной шкале. Учитывается интенсивность проявления каждого показателя по величине и его площадное распространение. Например, если на участке ни один из элементов не превышает предельно допустимой концентрации (ПДК), то по данному критерию участку присваивается 1 балл (норма). Если содержание загрязнителя превышает ПДК, определяется его соответствие группам экологических классов: 2-4 (риск), 5-7 (кризис), 8-10 (бедствие), при этом минимальный балл присваивается при точечном распространении (до 10 % площади), средний - при локальном (10-30 %), максимальный при площадном (>30 %). Далее рассчитывается картографируемый интегральный показатель, проводится ранжирование по интегральному показателю состояния природно-техногенной среды по 4 градациям классов экологического состояния (< 20, 20-40, 40-60, > 60 баллов).

5-ый этап. Районирование территории по экологическому состоянию природно-техногенной среды.

Таким образом, процедура геоэкологической оценки конкретной территории, подверженной воздействию техногенной нагрузки, основана на использовании современных методов оценки природных, природно-техногенных и техногенных геосистем. Принципы и методология геоэкологической оценки являются универсальными, могут применяться в других регионах с различными природными и техногенными условиями и имеют большое значение для их рационального природопользования.

Литература

1. **Ахтырцева Н.И.** Современные и девственные ландшафты Калачской возвышенности // Вопросы антропогенного ландшафтоведения. — Воронеж: Изд-во Воронеж.ун-та, 1972.
2. **Елисафенко Т.Н.** Оценка состояния природной среды по результатам эколого-ландшафтных исследований / Т.Н. Елисафенко, И.Г. Борисова, А.Б. Косолапов // География и природ.ресурсы. — 2002. — №3.
3. **Копылов И.С.** Принципы и критерии интегральной оценки геоэкологического состояния природных и урбанизированных территорий / И. С. Копылов // Современные проблемы науки и образования – 2011. – № 6;
4. **Мильков Ф. Н.** Человек и ландшафты. — М.: Мысль, 1973.
5. **Мильков Ф.Н.** Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы. — М.: Наука, 1981.
6. **Плюснин В. М.** Некоторые направления изучения горных ландшафтов Сибири на основе аэрокосмических методов // География и природ.ресурсы. — 1998. — № 4.
7. **Трофимов В.Т.** Теория и методология экологической геологии / В.Т. Трофимов и др.; под ред. В.Т. Трофимова. -М.: Изд-во МГУ, 1997. - 368 с.
8. **Ясовеев М.Г.** Оценка основных подходов и методов геоэкологического исследования природно-техногенных систем / М.Г. Ясовеев, А.И. Андрухович // Экологический вестник. – 2013. – № 3. – С. 5–12.

Аннотация

УДК 502.3; 551.15 (476) **Андрухович А.И.** Геоэкологическая оценка состояния компонентов природной среды // Региональная физическая география в новом столетии, вып.8. Мн.:БГУ. 2014.

В данной статье анализируются научно-методические подходы для комплексного анализа пространственной структуры антропогенно трансформированных территорий. Описана методика оценки степени антропогенной измененности ландшафтов, выражаемая в процентах. Рассмотрены принципы и методология оценки геоэкологического состояния природной среды, основанная на системном подходе, анализе ее компонентов и методике интегральной оценки.

Табл. 3. Библиогр.:8 названий

Анотація

УДК 502.3; 551.15 (476) **Андруховіч Г.І.** Геоекалагічных ацэнка стану кампанентаў прыроднага асяроддзя // Рэгіянальная фізічная геаграфія ў новым стагоддзі, вып.8. Мн.:БГУ. 2014.

У дадзеным артыкуле аналізуюцца навукова-метадычныя падыходы для комплекснага аналізу прасторавай структуры антрапагенных трансфармаваных тэрыторый. Апісана метадыка ацэнкі ступені антрапагенных змен ландшафтаў, якая адлюстроўваецца ў працэнтах. Разгледжаны прынцыпы і метадалогія ацэнкі геэкалагічнага стану прыроднага асяроддзя, заснаваная на сістэмным падыходзе, аналізе яе кампанентаў і метадыцы інтэгральнай ацэнкі.

Табл. 3. Бібліягр.:8 назваў

Summary

UDC 502.3; 551.15 (476)**Andruhovich A.I.** Geoecological assessment of the environment and its components//Regional physical geography in new century, issue 8. Мн.:БГУ. 2014.

This article the scientific and methodological approaches for the integrated analysis of the spatial structure of anthropogenical transformed territories was analyzed. Evaluation method degree of anthropogenic variability of landscapes, expressed as a percentage is presented. The principles and methodology estimating the geo-ecological situation of the environment, based on a systematic approach, the analysis of its components and the method of integral evaluation was shown.

Tabl.3. Refs.:8 titles

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Сведения об авторе:

А.И. Андрухович магистр географических наук, аспирант кафедры экономической географии и охраны природы БГПУ, направление исследований – “Геоэкологическая оценка трансформации природно-территориальных комплексов под воздействием техногенеза”, общее количество работ – 15 (из них 12 статей).

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ