

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ г. ГОМЕЛЯ

И.А. Красовская, А.Н. Галкин

Витебский государственный университет им. П.М. Машерова
пр-т Московский, 33, 210038, Витебск, Беларусь

E-mail: nis@vsu.by

В статье излагается новый подход к составу, структуре и содержанию оценки эколого-геологического состояния урбанизированных территорий. Изложена методика построения карты состояния эколого-геологических условий, основанная на оценке современного состояния экологических функций литосферы и биотического компонента в целом. Приведены основные результаты оценки эколого-геологического состояния территории г. Гомеля.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение эколого-геологического состояния территорий крупных городских агломераций является важной и необходимой задачей экологической геологии. Только в пределах крупных городов в результате суммарного наложения различного рода воздействий создается уникальный тип эколого-геологической системы, где геологическая среда подвергается весьма интенсивной техногенной трансформации, а ее состояние оценивается спецификой проявления ресурсной, геофизической, геохимической, геодинамической экологических функций литосферы (Трофимов, Зилинг, 2002).

В соответствии с современным состоянием проблемы изучения эколого-геологических условий урбанизированных территорий, разработка состава, структуры и содержания комплексной оценки, позволяющей учитывать тематические, пространственные и динамические эколого-геологические критерии, является актуальной. Существующий опыт проведения эколого-геологических оценок предусматривает выбор наиболее значимых из воздействующих на основные биотические компоненты факторов в основном на качественной основе, не позволяя тем самым доводить цепи межкомпонентных связей до конечного звена – состояния здоровья населения города.

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Проведение комплексных эколого-геологических исследований урбанизированной территории реализовано нами на основе системного подхода с использованием функ-

ционального анализа, который позволяет определить пути и способы достижения стабильного развития эколого-геологической системы.

Объектом исследований в процессе комплексной оценки выступают эколого-геологические функции верхних горизонтов литосферы урбанизированной территории, предметом – взаимосвязь техногенно измененной литосферы с биотой в пределах эколого-геологической системы, сформированной городской агломерацией. Методической основой служат принципы, детально разработанные В.Т. Трофимовым, Д.Г. Зилингом (2002).

В состав комплексной оценки урбанизированной территории входит три этапа, объединенных объектом и целью исследований, каждый из которых характеризуется разделами выполняемых работ и их задачами, видами работ, источниками получения информации и конечным результатом (табл. 1).

На **первом этапе** работ создается информационная база, для чего производится сбор и инвентаризация всего существующего фактического материала. Работы выполняются по двум направлениям: подготовка топографической основы и сбор и систематизация фондовой, опубликованной, административной и статистической информации.

Для выполнения топографической основы в соответствии с основной целью определяются масштабы исследований, которые могут включать всю урбанизированную территорию в целом, отдельные административные или промышленные районы, наиболее проблемные городские участки. Топографическая основа выбранного масштаба оцифровывается, дополняется административными границами, представляется в электронном и картографическом вариан-

тах, а затем тиражируется в необходимом для дальнейшей работы количестве. Электронный вариант служит основой математической и дает возможность вывода результатов в картографических моделях с последующим пополнением и уточнением информации, что позволит получать оперативные и достоверные данные о состоянии геологической среды.

Параллельно выполняется сбор и инвентаризация материалов по геологическим, гидрогеологическим, инженерно-геологическим, почвенным и другим природным условиям, формирующим экологические функции геологической среды исследуемой территории. Все картографические материалы выполняются в едином рабочем масштабе.

Информационная база дополняется статистическими данными городских управлений здравоохранения, экологии, санитарно-эпидемиологических станций и др., которые представляются в удобном для дальнейшей работы электронном варианте.

Второй этап комплексной оценки посвящен изучению современного состояния эколого-геологической системы территории. В процессе его реализации решаются следующие задачи:

- дается характеристика геологической среды и рассматривается специфика проявления ее экологических функций;
- определяются уровни трансформации экологических функций геологической сре-

Таблица 1. Состав, структура и содержание комплексной оценки эколого-геологического состояния урбанизированных территорий

Объект исследования	Экологические функции геологической среды		
Цель исследования	Комплексная оценка эколого-геологического состояния территории. Создание картографической модели эколого-геологической обстановки территории		
Этап	Первый		
Раздел	Создание информационной базы		
Задачи	Сбор фактического материала		
	Подготовка топографической основы	Сбор и систематизация фондовой, опубликованной, административной и статистической информации	
Виды работ	Определение масштабов исследований: город, административный район, отдельный участок	Исследование геологических, гидрогеологических, инженерно-геологических, почвенных и других природных условий, формирующих экологические функции литосферы	
	Подготовка рабочей основы к тиражированию	Исследование особенностей городских фито- и зооценозов; структуры заболеваемости населения	
Источники информации	Государственные картографические фонды		Фондовые и опубликованные материалы. Геологические фонды, фонды научно-исследовательских институтов, высших учебных заведений, производственных организаций и др. Статистические данные городских управлений здравоохранения, экологии, санитарно-эпидемиологических станций и др.
Конечный результат	Рабочая топографическая основа в необходимом количестве		Картографический (карты, схемы, разрезы, профили, графики, таблицы) материал в рабочем масштабе, характеризующий экологические функции геологической среды и изученность отдельных компонентов эколого-геологической системы. Электронно-статистический материал
Этап	Второй		
Раздел	Оценка современного состояния эколого-геологической системы территории		
Задачи	1. Характеристика геологической среды и ее экологических функций		
Виды работ	Анализ инженерно-геологических условий	Инженерно-геологическое районирование	
Источники информации	Морфометрические особенности рельефа, наличие или отсутствие в разрезе слабопроницаемых отложений, строение, мощность, состав и генезис отложений верхних горизонтов	Геоморфологическая характеристика. Гидрогеологические условия. Инженерно-геологические процессы	
Конечный результат	Выбор критериев для районирования		Карта инженерно-геологического районирования, типы геологической среды, характеристика экологических функций

Продолжение таблицы 1

Задачи	2. Определение уровня трансформации экологических функций геологической среды		
Виды работ	Функциональное зонирование территории	Типизация техногенных воздействий на геологическую среду	Определение уровней трансформации экологических функций, выделение экологических зон
Источники информации	Сведения по характеру застройки, функциональному назначению, пространственной структуре, интенсивности воздействия и длительности освоения	Источники, характер и последствия каждого класса и типа воздействий. Карты ареалов техногенных воздействий	Характеристика экологических функций. Карта функционального зонирования. Классификация техногенных воздействий. Карты ареалов техногенных воздействий. Данные о проявлениях последствий техногенных воздействий
Конечный результат	Карта функционального зонирования	Классификация техногенных воздействий	Критерии оценки эколого-геологической обстановки. Частные карты эколого-геологических условий (обстановок)
Задачи	3. Оценка современного состояния геологической среды		
Виды работ	Установление факторов устойчивости геологической среды к техногенному воздействию. Типизация геологической среды по степени устойчивости к техногенным воздействиям		Оценка измененности геологической среды
Источники информации	Карта инженерно-геологического районирования, типы геологической среды. Карта глубин залегания грунтовых вод. Степень защищенности грунтовых вод. Средние уклоны поверхности. Типы и водный режим почв. Условия геохимической миграции химических элементов и радионуклидов		Карта функционального зонирования. Частные карты эколого-геологических условий (обстановок). Карта устойчивости геологической среды к техногенным воздействиям
Конечный результат	Карта устойчивости геологической среды к техногенным воздействиям. Типизация геологической среды по степени устойчивости к техногенным воздействиям		Карта измененности геологической среды под влиянием техногенных воздействий
Задачи	4. Характеристика экосистем урбанизированной территории		
Виды работ	Оценка современного состояния городских фито- и зооценозов		Оценка современного медико-санитарного состояния городского населения
Источники информации	Сведения об истории формирования и развития городских экосистем. Данные о зеленых насаждениях различного типа, структуры, генезиса, формы пользования и назначения; ареалах обитания, видовом разнообразии, а также демографических и биохимических показателях животных. Карта функционального зонирования. Классификация техногенных воздействий		Информация официальной статистики, отражающая динамику основных демографических процессов, уровней заболеваемости населения по основным нозологическим формам, динамику, структуру и пространственное распространение общей заболеваемости и отдельных ее видов. Карта функционального зонирования. Критерии оценки эколого-геологической обстановки, обусловленной проявлением экологических функций геологической среды. Частные карты эколого-геологических условий (обстановок)
Конечный результат	Тематические, пространственные и динамические критерии трансформации фито- и зооценозов и ответной реакции растительных и животных экосистем на техногенные воздействия		Установление взаимосвязи в системе «население – геологическая среда». Определение комплекса факторов геологической среды, состояние которого выражается в повреждающем здоровье населения действиями

Окончание таблицы 1

Этап	Третий	
Раздел	Создание картографической модели эколого-геологической обстановки территории	
Задачи	Подготовка и обработка многомерного массива данных. Создание картографической модели	Комплексная оценка эколого-геологического состояния
Виды работ	Создание пространственной цифровой модели территории, дискриминантный анализ многомерного массива данных	Установление пространственного соотношения, создание легенды, отражающей характеристику классов состояния комплекса эколого-геологических условий
Источники информации	Карта измененности геологической среды под влиянием техногенных воздействий. Административная карта. Комплекс факторов геологической среды, состояние которого выражается в повреждающем здоровье населения действии. Прямые критерии оценки современного состояния геологической среды и городских экосистем и пространственное положение экологических зон, выделенных по частным картам эколого-геологических условий (обстановок)	Картографическая модель эколого-геологической обстановки. Тематические, пространственные и динамические критерии трансформации фито- и зооценозов и ответной реакции растительных и животных экосистем на техногенные воздействия. Взаимосвязи в системе «население – геологическая среда», выраженные соответствием пространственного распределения качественных и количественных медико-санитарных показателей и параметров современного состояния эколого-геологических условий. Повреждающее действие основных загрязнителей, проявляющееся в характере заболеваемости населения
Конечный результат	Картографическая модель эколого-геологической обстановки	Типизация территории по классам состояния комплекса эколого-геологических условий

ды под влиянием техногенных воздействий;

- оценивается современное состояние геологической среды;
- дается комплексная характеристика экосистем урбанизированной территории.

Пространственные закономерности свойств геологической среды выявляются при проведении инженерно-геологического районирования. При этом выборе критериев районирования предшествует анализ инженерно-геологических условий исследуемой территории. Среди общих признаков, определяющих инженерно-геологические условия местности, наиболее существенными являются морфометрические особенности рельефа, наличие или отсутствие в разрезе слабопроницаемых отложений, строение, мощность, состав и генезис отложений верхних горизонтов земной коры. При инженерно-геологическом районировании в обязательном порядке учитываются геоморфологическая характеристика, гидрогеологические условия и проявление инженерно-геологических процессов. Основным результатом этой части работ является установление типов геологической среды и специфики проявления ее экологических функций.

Анализ изменений, происходящих в геологической среде, и оценка уровня трансформации ее экологических функций под влиянием города проводятся на основе функционального зонирования территории и типизации техногенных воздействий на геологическую среду как техногенной составляющей эколого-геологической системы. Воздей-

ствия на геологическую среду определяются характером, интенсивностью и длительностью, о которых можно судить по градостроительной информации, располагающей данными о характере застройки, ее функциональном назначении и пространственной структуре. Использование точечной и площадной информации, характеризующей источники, характер и последствия каждого класса и типа воздействий на компоненты эколого-геологической системы, позволяет разработать классификацию, объединяющую все возможные виды и разновидности техногенных воздействий в пределах города.

Полный анализ техногенных воздействий, данные о проявлениях последствий техногенных воздействий, а также нормативные акты и документы, отражающие допустимые количественные и качественные показатели состояния компонентов эколого-геологической системы, на этом этапе работ позволяют определить критерии оценки эколого-геологической обстановки и выявить уровни трансформации экологических функций геологической среды. Основным результатом выполнения подобных работ – это создание в рабочем масштабе частных карт эколого-геологических условий (обстановок) – эколого-геофизических, эколого-геохимических и др. – с выделением экологических зон (Красовская и др., 2005).

Результатом оценки современного состояния геологической среды служит степень ее измененности, которая находится в прямой зависимости от устойчивости к техно-

генным воздействиям. Выполнение работ начинается с установления факторов устойчивости геологической среды, для чего в качестве основы рабочего масштаба используется схема типизации грунтовых толщ, разработанная в результате инженерно-геологического районирования. Степень устойчивости геологической среды определяется с использованием полуколичественной балльной методики при обязательном учете глубин залегания и степени защищенности грунтовых вод, средних уклонов поверхности, типов почв и их водного режима, условий геохимической миграции химических элементов и радионуклидов.

Карта измененности геологической среды под влиянием техногенных воздействий выполняется на основе карты устойчивости рабочего масштаба. Измененность геологической среды оценивается по уровневой системе с использованием результатов функционального зонирования, данных частных карт эколого-геологических обстановок и типов геологической среды по степени ее устойчивости.

Характеристика экосистем исследуемой территории в значительной мере зависит от наличия и качества первичной информации. Очень важно использовать весь комплекс имеющихся данных: как вновь полученных в процессе оценки, так и опубликованных и фондовых материалов не только количественного, но и качественного характера. Наиболее ценными для целей эколого-геологических исследований являются полевые эксперименты и статистические данные. В результате анализа всей информации вырабатываются тематические, пространственные и динамические критерии трансформации фито- и зооценозов и ответной реакции растительных и животных экосистем на техногенные воздействия; устанавливается взаимосвязь в системе «население – геологическая среда», выявляются факты повреждающего действия основных загрязнителей и определяется комплекс факторов геологической среды, состояние которого выражается в повреждающем здоровье населения действии. Для получения обоснованных выводов на этом этапе работ применяются методы математической статистики.

Завершающий, **третий, этап** комплексной оценки эколого-геологического состояния урбанизированной территории посвящен непосредственно созданию картографической модели эколого-геологической обстановки. Для этого в электронном варианте создается многомерный массив данных, включающий все прямые критерии оценки современного состояния геологической среды и городских экосистем, а также прост-

ранственное положение экологических зон, выделенных по частным картам эколого-геологических условий (обстановок).

Затем путем дискриминантного анализа определяют границы разделения многомерной совокупности, качественно и количественно учитывая наиболее значимые факторы и пути их воздействия на условия существования фито- и зооценозов, проживания городского населения. Нанесение полученных результатов на карту измененности геологической среды, используемую в качестве геологической основы, с учетом административных границ в пределах города – заключительные стадии создания математико-картографической модели, преимуществом которой является возможность внесения изменений и дополнений в исходную информацию, а также непосредственной корректировки модели с отражением результата на дисплее.

Окончательные результаты комплексной оценки оформляются в виде легенды к карте эколого-геологического состояния урбанизированной территории. Легенда содержит подробную характеристику классов эколого-геологического состояния, которая позволяет качественно и количественно отразить наиболее значимые из воздействующих факторы, а также пути их воздействия на условия функционирования фито- и зооценозов и проживания городского населения.

Таким образом, под комплексной оценкой эколого-геологического состояния мы понимаем процесс составления на топографической основе постоянно действующей картографической модели, позволяющей оценить современное состояние экологических функций литосферы, а также экосистемы в целом или ее отдельных биотических составляющих с пространственным выделением классов состояния эколого-геологических условий и экологических зон.

Предлагаемая методика оценки эколого-геологического состояния территорий реализована нами на примере г. Гомеля.

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИИ г. ГОМЕЛЯ

Начальный этап работ по оценке эколого-геологического состояния территории Гомеля осуществлялся нами на базе прикладного пакета программ SURFER. Для создания математико-картографической модели территория города была разбита на блоки (46×56) и дополнена основной административного характера – границы города, административных районов, территориально-медицинских объединений, участков, обслуживаемых поликлиниками. Статистическая обработка материалов производилась в программном продукте STATISTICA.

1. Состояние геологической среды в пределах административных границ Гомеля оценивалось путем типологического инженерно-геологического районирования, в результате которого была дана характеристика геологической среды и рассмотрена специфика проявления ее экологических функций (Галкин и др., 2004₂).

В пределах территории Гомеля активное проявление имеет **ресурсная** экологическая функция геологической среды, что влечет за собой ее активное использование, выраженное в длительном градостроительном освоении, усложнении инженерных сетей, изменении ландшафтов.

Территория Гомеля обладает значительными ресурсами пресных подземных вод. В естественных условиях в зоне активного водообмена (главным образом четвертичный и палеогеновый водоносные комплексы) формируются воды преимущественно гидрокарбонатного состава, используемые в целях водоснабжения города.

Кроме того, геологическое пространство на исследуемой территории используют для расширения площадей зеленых насаждений различного функционального назначения и рекреационных зон.

Для территории Гомеля характерен равнинный, в целом слаборасчлененный аккумулятивный или в меньшей степени денудационный рельеф, наличие хорошо разработанной широкой речной долины р. Сож. Абсолютные отметки современного рельефа колеблются от 116–130 до 138–142 м, иногда выше. Около 40 % территории (в основном в долине р. Сож) имеет абсолютные отметки менее 125 м. Наиболее высокие абсолютные отметки рельефа (более 142 м) свойственны моренным равнинам.

Особенности рельефа изучаемой территории, а также литологический состав поверхностных отложений способствуют проявлению **геодинамической** функции литосферы, которое заключается в развитии разнообразных, но в то же время специфических современных геологических процессов и явлений. Одни из них имеют чрезвычайно широкое площадное распространение (заболоченность, подтопление территории, сезонное промерзание и протаивание грунтов и др.), другие приурочены к участкам различных по возрасту и генезису равнин, прилегающих непосредственно к руслу р. Сож (интенсивное развитие боковой и овражной эрозии, крип и другие склоновые процессы).

Широкое развитие четвертичных пород различного генезиса, представленных в основном песчаными и глинистыми разностями с фрагментами покровных лессовидных

и торфяных образований, способствует развитию в пределах города дерново-подзолистых, дерново-подзолистых супесчано-суглинистых, в разной степени оподзоленных, торфяно-болотных, аллювиальных и др. типов почв, что определяет специфику проявления **геохимической** экологической функции литосферы.

Наличие в геологическом строении аллювиальных заиленных супесчано-суглинистых грунтов, приуроченных к пойменным понижениям, формирует на территории Гомеля незначительно повышенные естественные значения γ -фона (до 0,1 Ку/км²), а залежание с поверхности моренных супесей и суглинков приводит к незначительному повышению на локальных участках плотности потока естественного α -излучения (до 3–5 мин/см²·мин), что в целом отражает специфику проявления **геофизической** экологической функции геологической среды.

2. Пространственные свойства геологической среды территории г. Гомеля, выявленные в результате инженерно-геологического районирования и отражающие специфику проявления ее экологических функций, и разработанная классификация, объединяющая все возможные виды воздействия на эколого-геологическую систему города, позволили провести анализ изменений, происходящих в геологической среде и оценить уровень трансформации ее экологических функций под влиянием комплекса техногенных воздействий (Красовская и др., 2005). Поскольку установлено, что наибольшую трансформацию в пределах территории г. Гомеля испытывают геофизическая и геохимическая экологические функции литосферы, то комплексная оценка эколого-геологической обстановки проводилась нами с учетом критериев, приведенных в таблице 2.

3. Оценка современного состояния геологической среды дана нами в виде типизации территорий по измененности геологической среды, которая выполнена в прямой зависимости от степени ее устойчивости к техногенным воздействиям (Галкин и др., 2004₁). При этом в качестве основы использовалась разработанная схема типизации грунтовых толщ (Галкин и др., 2004₂). Работы по оценке выполнялись в следующей последовательности:

- установлены факторы устойчивости геологической среды территории г. Гомеля к техногенному загрязнению;

- составлена карта устойчивости геологической среды к техногенным воздействиям, отражающая наличие, состояние и пространственную локализацию различных экологических проблем;

Таблица 2. Критерии оценки эколого-геологической обстановки, обусловленной проявлением геофизической и геохимической экологических функций на территории г. Гомеля

Определяемые показатели	Значения показателей в ненарушенных условиях	ПДК ⁷	Уровень трансформации, экологическая зона ¹		
			Низкий, зона нормы	Умеренно опасный, зона риска	Опасный, зона кризиса
Содержание цезия-137 в почвах и грунтах зоны аэрации	Менее 0,10 Ки/км ² ²	1 Ки/км ²	Менее 0,2 Ки/км ²	0,2–1,0 Ки/км ²	1,0 Ки/км ² и более
Суммарное радиационное воздействие	Менее 0,5 Ки/км ²	1 Ки/км ²	Менее 0,5 Ки/км ²	0,5–2,0 Ки/км ²	2,0 Ки/км ² и более
Суммарная радиационная годовая доза	Менее 0,2 мЗв/год	1 мЗв/год	Менее 0,2 мЗв/год	0,2–0,5 мЗв/год	0,5 мЗв/год и более
Акустическое воздействие	Менее 30 дБ(А) ²	35 дБ(А)	Менее 35 дБ(А)	35–80 дБ(А)	80 дБ(А) и более
Содержание подвижной формы в почвах и грунтах зоны аэрации:					
Цинка	10,0 мг/кг почвы с учетом кларка ³	23 мг/кг почвы с учетом кларка	10–20 мг/кг	20–40 мг/кг	Более 40 мг/кг
Меди	1,5 мг/кг почвы с учетом кларка ⁴	3,0 мг/кг почвы с учетом кларка	Менее 1,0 мг/кг	2,0–4,0 мг/кг	Более 4 мг/кг
Хрома	2,9 мг/кг почвы с учетом кларка ⁵	6,0 мг/кг почвы с учетом кларка	Менее 4,0 мг/кг	4,0–8,0 мг/кг	Более 8,0 мг/кг
Содержание водорастворимой формы фтора в почвах и грунтах зоны аэрации	0,46–7,8 мг/кг почвы с учетом кларка ⁵	10,0 мг/кг почвы с учетом кларка	Менее 4,0 мг/кг	4,0–8,0 мг/кг	Более 8,0 мг/кг
Валовое содержание в почвах и грунтах зоны аэрации:					
Свинца	12 мг/кг почвы с учетом кларка ⁶	30,0 мг/кг почвы с учетом кларка	Менее 20 мг/кг	20–30 мг/кг	Более 30 мг/кг
Ртуты	0,01–0,1 мг/кг почвы с учетом кларка ⁶	2,1 мг/кг почвы с учетом кларка	Менее 0,1 мг/кг	0,1–0,5 мг/кг	Более 0,5 мг/кг
Кадмия	0,2–0,4 мг/кг почвы с учетом кларка ⁶		Менее 0,1 мг/кг	0,1–0,2 мг/кг	Более 0,2 мг/кг
Содержание нефтепродуктов в почвах и грунтах зоны аэрации			Менее 200 мг/кг	200–400 мг/кг	Более 400 мг/кг

Примечания. ¹ Территории с чрезвычайно опасным уровнем трансформации экологических функций литосферы, которые могут быть выделены в зоны бедствия, в пределах г. Гомеля нами не выделены. ² По данным БелНИЦ «Экология» (1994). ³ Для территории Беларуси не определено; принято нами как значение для подзолистых почв европейской части СССР (Геохимическое ..., 1984). ⁴ Принято для дерново-подзолистых почв (Природная ..., 2002). ⁵ Для бассейна р. Днепр (Геохимическое ..., 1984). ⁶ По данным (Природная ..., 2002). ⁷ По данным (Трофимов, Зилинг, 2002).

• проведена типизация геологической среды по степени устойчивости к техногенным воздействиям;

• выделены пространственные границы слабо-, средне- и сильноизмененных (нарушенных) участков геологической среды.

Оценка техногенной измененности геологической среды позволила охарактеризовать следующие категории земель.

Неизмененных или ненарушенных земель на территории городской агломерации нет. Слабоизмененные (слабонарушенные) участки характеризуются наследованием состава, структуры и специфики проявления экологических функций геологической среды, близких к ее естественному состоянию. Зона техногенных воздействий по сравнению с другими районами города здесь маломощна и прерывиста. Площадь распространения этих участков незначительна, они выделены лишь на отдельных территориях. Для них характерна низкая и частично средняя степень устойчивости геологической среды, способствующая возникновению как поверхностного, так и подземного загрязнения. Несмотря на это, положение участков преимущественно в рекреационной зоне, приуроченной к пойме р. Сож, а также на окраине города вблизи лесных массивов позволяет оставаться им слабоизмененными. Это – незастроенные территории, используемые в основном в качестве зоны отдыха и лишь частично под застройку усадебного типа.

К слабоизмененным территориям приурочено распространение преимущественно естественных геологических процессов. Наибольшей трансформации здесь подвержены геофизическая и геохимическая функции геологической среды, характеризующиеся умеренно опасным и низким уровнем техногенного воздействия, соответственно. Территории подвержены радиационному загрязнению, шумовым воздействиям, в незначительной степени проявляется химическое загрязнение грунтов зоны аэрации. В южной части в паводковый период существует некоторая опасность возникновения биологического загрязнения.

Среднеизмененные условия в пределах города характеризуются площадным распространением. Характер преобразования геологической среды в значительной степени зависит от вида хозяйственного освоения территорий. При этом если слабонарушенные участки, как правило, не меняют своей устойчивости, то средние нарушения иногда сопровождаются ее снижением.

Средние изменения геологической среды преобладают в западных, северо-западных и на небольшой территории в северном районах города, расположенных в пределах водноледниковой и моренно-зандровой равнин. Территория имеет как большое промышленное, так и селитебное назначение. В ее пределах расположены крупные транспортные магистрали, участки железных дорог,

зоны специального использования (больницы, скверы и пр.), а также коммунально-складская зона. Вследствие этого рельеф здесь в значительной мере спланирован, а большие площади поверхности покрыты асфальтом. Незастроенными остаются лишь отдельные участки.

Среднеизмененные земли имеют в основном среднюю и низкую степень устойчивости, что приводит к возникновению умеренно опасных, часто опасных уровней радиационного и химического загрязнения грунтов зоны аэрации, поверхностных и подземных вод. В западной части этой зоны наряду с промышленными предприятиями расположены кварталы индивидуальной застройки с приусадебными участками, поэтому здесь существует опасность возникновения биологического загрязнения.

Другая часть, подверженная средним изменениям, приурочена к современной пойме р. Сож и ее надпойменным террасам, располагаясь преимущественно в рекреационной зоне. Выделяются лишь отдельные жилые массивы и территории специального назначения (больницы, парк, скверы и пр.). В южной части города к категории среднеизмененных относится жилой массив с включениями промышленных предприятий и большим транспортным узлом.

Низкая устойчивость геологической среды в этой части города приводит к значительной трансформации ее экологических функций. Здесь зафиксированы значительные по площади участки шумового воздействия, радиационного и химического загрязнения, достигающие умеренно опасного и опасного уровней. Загрязненными оказываются поверхностные и подземные воды, почвы и другие грунты зоны аэрации. На отдельных территориях в паводковый период возможно возникновение биологического загрязнения.

В наибольшей степени изменениям подвержена центральная часть города, приуроченная к моренно-зандровой равнине, и участки с развитием техногенных грунтов в северной и южной частях поймы р. Сож. Это исторический центр города с асфальтированными улицами и большая часть его промышленной зоны с мощной разветвленной транспортной сетью, крупными промышленными предприятиями и жилыми массивами с централизованной системой водоснабжения. К северной части территории, выделяемой как сильнонарушенная, приурочены участки наиболее измененного в пределах города рельефа.

Средняя и частично высокая степень устойчивости геологической среды ограничивает проникновение химического и радиа-

ционного загрязнения в подземные воды. Здесь зафиксированы мощные аномалии химического загрязнения грунтов зоны аэрации, загрязнены также поверхностные воды. К озерно-болотным понижениям приурочены умеренно опасные и опасные уровни радиационного загрязнения. Максимальных уровней в центральной части достигает шумовое воздействие. Происходит консолидация намывных грунтов и подстилающих их сильносжимаемых пород.

Таким образом, установлено, что слабоизмененными в пределах города остаются лишь незначительные пойменные участки, а основная часть геологической среды испытывает существенные изменения. Инженерно-хозяйственная деятельность приводит к значительной трансформации и снижению качества экологических функций геологической среды, способствуя тем самым возникновению физического и химического загрязнения грунтов и подземных вод.

4. На основании значительного количества информации, в том числе и статистической, дана комплексная характеристика экосистем территории г. Гомеля (Красовская, 2005).

Общая площадь зеленых насаждений в городе и его окрестностях составляет более 2000 га. Это парки, скверы, линейные посадки вдоль улиц, приусадебные участки, лесопарки, озера, пойменные и суходольные луга и др. Установлено, что на естественный ход развития растительного покрова и его окрестностей наряду с природно-экологическими факторами, вызывающими природные изменения, существенное влияние оказывают техногенные (антропогенные) воздействия, вызывающие трансформацию экологических функций геологической среды. Основными из них являются факторы, приводящие к изменению состояния ресурсной и геодинамической экологических функций геологической среды: освоение земельных угодий под строительство различного рода инженерных сооружений и проявление неблагоприятных инженерно-геологических процессов. Эти факторы вызывают локальные изменения структуры естественных фитоценозов (продуктивности и видового состава), обратимую и необратимую смену фитоценозов, а также региональную динамику растительности и состава флоры.

В зависимости от специфики проявления современного состояния геофизической и геохимической экологических функций геологической среды находятся многие физиологические процессы растений: в результате накопления токсических концентраций соединений свинца, серы, хлора, оксидов азота разрушаются пигменты пластид,

снижается фотосинтетическая активность, нарушается общий метаболизм и, как следствие, уменьшается прирост, появляются признаки угнетения (Природная ..., 2002).

Техногенное воздействие города привело к коренному изменению растительного покрова: изменилась его доминантно-эдификаторная основа, структура и физиономичность; существенные изменения претерпел видовой состав флоры, отдельных фитоценозов и флоротопологических комплексов. В результате техногенной деятельности человека появились совершенно новые (искусственные) экотопы с искусственными грунтами, избыточным засолением, своеобразными геохимическим и гидрологическим режимами. При этом установлено формирование качественно новой урбанизированной природно-техногенной среды, отличающейся специфическими экологическими условиями, способствующими образованию в городе синантропных комплексов и ассоциаций растений, не имеющих аналогов в природе.

Городские зооценозы под влиянием антропогенной деятельности претерпевают значительную трансформацию, выражающуюся в разрушении мест обитания, снижении биологического разнообразия, изменении динамики популяций выживших видов, патологических и адаптивных физиолого-биохимических реакциях отдельных организмов.

Влияние промышленного загрязнения вызывает значительные изменения и морфофизиологических показателей у обитателей лесопарковой зоны города. Накопление тяжелых металлов (Cu, Zn, Ni, Cr, Pb, Cd) происходит в большинстве органов и тканей, но наибольший уровень биоаккумуляции наблюдается в почках, печени и коже. Наиболее интенсивно накапливаются кадмий и свинец (Лукашев, Вадковская, 1989), особенно в районах зон, выделяемых нами в качестве кризисных по валовому содержанию этих элементов в почвах и грунтах зоны аэрации. Прослеживается снижение устойчивости организмов в условиях действия стрессовых факторов и невозможность полной адаптации к ним.

Для рассмотрения состояния здоровья населения г. Гомеля в качестве интегрального показателя, отражающего состояние окружающей, в том числе и геологической, среды территории, проведены комплексные исследования, включающие:

- изучение динамики основных демографических процессов;
- сравнительный анализ уровня заболеваемости городского населения, населения района и области в целом по основным нозологическим формам;
- изучение динамики общей заболеваемости;

- изучение структуры заболеваемости и отдельных ее видов;

- установление закономерности пространственной распространенности заболеваемости.

Исследования проведены с использованием статистических данных управления здравоохранения г. Гомеля за период с 1993 по 2001 г., включающих число обращений граждан в различные медицинские учреждения города по 18 основным нозологическим формам, в их числе всем соответствующим заболеваниям (Красовская, 2006).

Картографическая интерпретация пространственности заболеваемости взрослого населения свидетельствует о пространственном соотношении частоты общей заболеваемости по участкам, обслуживаемым различными медицинскими учреждениями, и территорий различного функционального использования: наиболее часто за врачебной помощью обращаются жители экологически неблагополучных районов города, имеющих промышленное назначение, где расположено большинство промышленных предприятий и теплоэнергетических объектов. При установлении экологических зон в соответствии с разработанными критериями оценки эколого-геологической обстановки территории г. Гомеля (см. табл. 2) для жилых районов в пределах каждого из участков, обслуживаемых различными медицинскими учреждениями, выполнено качественное сравнение распределения уровней заболеваемости населения с показателями современного экологического состояния геологической среды, которое также показало их пространственное соответствие.

В исследуемом объеме числа обращений граждан существует значимая совокупная взаимосвязь между основными нозологическими формами заболеваний и прямыми критериями состояния геологической среды, на основании которых выделяются соответствующие экологические зоны по содержанию в почвах и грунтах зоны аэрации цезия (коэффициенты множественной корреляции составляют от 0,40 до 0,67 в различных нозологических группах) и кадмия (от 0,47 до 0,66). Аналогичные результаты получены при выделении соответствующих зон по содержанию хрома (0,42–0,54). Несмотря на это, наличие достаточно сильной множественной линейной связи между рассматриваемыми величинами не дает достаточного основания для принятия уравнения множественной регрессии в качестве математической модели, описывающей причинно-следственные связи в изучаемой эколого-геологической системе, качество которой определяется состоянием многих абиотичес-

ких сред, в том числе и социально-экономическими факторами.

Общий характер повреждающего действия отдельных факторов геологической среды в общей численности заболеваний позволил проследить факторный анализ. Так, например, уровень содержания в почвах и грунтах зоны аэрации цезия-137 проявляется в увеличении количества обращений (по уменьшению значимости) по болезням органов дыхания, нервной системы, болезням системы кровообращения, щитовидной железы и эндокринной системы, а свинца – в новообразованиях, болезнях органов пищеварения и системы кровообращения.

В каждой из экологических зон установлен наиболее выраженный характер действия комплекса факторов геологической среды, который проявляется в различных группах заболеваний. Если в зоне нормы – это характерные болезни системы кровообращения, а в зоне риска – это психические расстройства и близкие состояния, то в зоне кризиса – это две наиболее характерные группы, болезни органов дыхания и новообразования.

Статистическое изучение множественной корреляции числа обращений городского населения, проживающего в зоне кризиса, выделяемой по каждому установленному фактору геологической среды, показало, что обращения по отдельным нозологическим формам наблюдаются значительно чаще при сочетании нескольких из воздействующих факторов. Величина значимых коэффициентов множественной корреляции составила от 0,65 до 0,94. Например, новообразования проявляются значительно чаще при сочетании повышенных концентраций в почвах и грунтах свинца и ртути (0,78), ртути и нефтепродуктов (0,65).

Все это позволяет сделать вывод о том, что для каждой отдельной эколого-геологической обстановки определяющими являются не отдельные компоненты геологической среды, а их комплекс, состояние которого и выражается в повреждающем здоровье населения действии.

Таким образом, выявленные факты взаимосвязи в бинарной системе «население – геологическая среда», выраженные соответствием пространственного распределения качественных и количественных медико-санитарных показателей и параметров современного состояния эколого-геологических условий, позволяют рассматривать здоровье населения в качестве интегрального показателя, отражающего состояние геологической среды территории. Установленное повреждающее действие основных загрязнителей, которое проявляется в характере заболеваемости

населения, использовано в качестве фактологической основы для получения основного результата комплексной оценки эколого-геологического состояния исследуемой урбанизированной территории – создания картографической модели эколого-геологической обстановки на основе анализа легкодоступной информации официальной статистики.

5. Результатом комплексной оценки эколого-геологического состояния служит картографическая модель, выполненная на основе карты измененности геологической среды, с учетом административных границ, взаимно учитывающая наиболее значимые из воздействующих факторов геологической среды и показатели заболеваемости населения по основным нозологическим формам.

Установление классов состояния эколого-геологических условий геологической среды производилось нами путем дискриминантного анализа при определении границ разделения многомерной совокупности, который качественно и количественно учитывает наиболее значимые факторы и пути их воздействия на условия проживания городского населения.

Статистической обработке предшествовала подготовка специального многомерного массива данных (Красовская, 2006). Для этого была использована информация о пространственном положении экологических зон (нормы, риска, кризиса) в пределах жилой зоны каждого из участков, обслуживаемых различными медицинскими учреждениями. При этом учитывалось выделение зон по каждому из действующих техногенных факторов, в наибольшей степени трансформирующих экологические функции геологической среды:

- содержание цезия-137 в почвах и грунтах зоны аэрации;
- суммарное радиационное воздействие;
- акустическое воздействие;
- содержание в почвах и грунтах зоны аэрации подвижной формы цинка, меди, хрома, водорастворимой формы фтора;
- валовое содержание свинца, ртути, кадмия;
- содержание нефтепродуктов.

Затем было определено число обращений граждан за медицинской помощью по всем нозологическим формам, соответствующее

Таблица 3. Фрагмент многомерного массива данных для проведения дискриминантного анализа и определения границ классов эколого-геологического состояния

Нозологические формы	Зоны	Количество обращений в зоне, установленной по фактору										
		Суммарное радиационное воздействие	Содержание цезия	Содержание свинца	Содержание кадмия	Содержание ртути	Содержание нефтепродуктов	Содержание цинка	Шумовое воздействие	Содержание меди	Содержание фтора	Содержание хрома
Инфекционные заболевания	Норма	822	0	2353	3785	1063	1193	901	0	2432	766	3116
Новообразования	Норма	1329	0	3613	7200	2240	1727	1562	0	4885	1214	6368
Болезни эндокринной системы	Норма	1367	0	2601	6129	1316	946	787	0	3325	957	5073
Болезни щитовидной железы	Риск	1711	569	931	376	1912	1450	41	1449	1813	1696	449
Болезни крови	Риск	315	132	214	34	468	263	52	229	287	329	149
Психические расстройства	Риск	1621	396	1057	243	3444	1374	723	1923	1038	2588	959
Болезни нервной системы и органов чувств	Риск	24952	11771	20590	6195	31969	28910	5952	24880	21069	23546	12549
Болезни системы кровообращения	Риск	21681	6589	16479	6042	26284	22082	6307	19202	14171	22649	10880
Болезни органов дыхания	Риск	53561	12486	28901	13036	53480	48169	12636	37388	30385	46159	30897
Болезни органов пищеварения	Риск	12569	2400	7548	3245	12458	11016	2915	8213	6927	11669	6761
Болезни мочеполовой системы	Кризис	6411	18080	4758	0	1354	4082	12976	12554	0	9003	0
Осложнения беременности	Кризис	509	1659	643	0	377	571	1495	1016	0	1205	0
Болезни кожи и подкожной клетчатки	Кризис	1373	4453	1143	0	448	1170	3022	2880	0	1983	0
Болезни костно-мышечной системы	Кризис	7463	22652	5246	0	1815	4953	16595	15842	0	9868	0
Врожденные аномалии	Кризис	103	464	154	0	86	128	337	227	0	222	0

каждой экологической зоне, выделенной по каждому в отдельности фактору. Подготовленная информация заносилась в многомерный массив (табл. 3), который затем подвергся дискриминантному анализу.

Преимуществом использования этого вида анализа является тот факт, что число групп, в данном случае три, в соответствии с принципами ранжирования (Трофимов, Зилинг, 2002), задается заранее и зависит от априорных сведений о соотношении между данными. Линейные дискриминантные функции преобразуют множество показателей, входящих в массив, в дискриминантные зависимости, которыми определяется граница разделения совокупностей, таким образом что первая функция проводит наилучшую дискриминацию между всеми группами, вторая функция является второй наилучшей и т. д. Более того, эти функции независимы или ортогональны, то есть их вклады в разделение совокупности не перекрываются.

Коэффициенты дискриминантной функции отражают частный вклад каждой переменной (каждого фактора) в отдельную дискриминантную функцию. Для интерпретации были использованы только те из них, которые признаны статистически значимыми. Таким образом, дискриминантный анализ позволил не только надежно решить задачу классификации, но и определить информативность используемых для классификации признаков и выбрать из первоначального набора признаков оптимальную комбинацию, т. е. подобрать оптимальный комплекс из всех воздействующих факторов геологической среды.

Установлено, что наибольшее влияние на дискриминантную функцию 1 (ДФ1) оказывают: суммарное радиационное воздействие и содержание в почвах и грунтах зоны аэрации кадмия, на ДФ2 – содержание в почвах и грунтах зоны аэрации ртути и кадмия. Значимые весовые коэффициенты для первых двух дискриминантных функций приведены в таблице 4. Ошибка классификации при выполнении расчетов не превышала 0,1 %.

Таблица 4. Весовые коэффициенты для первых двух функций дискриминантного анализа

	Факторы	ДФ1	ДФ2
X_1	Кадмий	1,38834	0,425489
X_2	Ртуть	-2,98587	1,009336
X_3	Цинк	-0,34245	-0,797435
X_4	Суммарное радиационное воздействие	2,19890	-0,471011
	Постоянный коэффициент	0,78494	0,639787

Применение дискриминантного анализа позволило провести разбиение многомерного

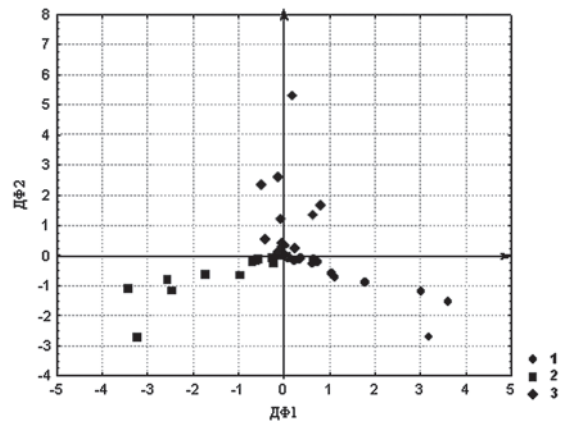


Рисунок 1. Диаграмма рассеяния, отражающая границы разделения многомерной совокупности для определения классов эколого-геологического состояния. Классы эколого-геологического состояния: 1 – удовлетворительный, 2 – условно удовлетворительный, 3 – неудовлетворительный. $ДФ1 = 0,78494 + 1,38834X_1 - 2,98587X_2 - 0,34245X_3 + 2,1989X_4$. $ДФ2 = 0,639787 + 0,425489X_1 + 1,009336X_2 - 0,797435X_3 - 0,471011X_4$.

массива на три группы по значениям дискриминантных функций, т. е. отнести тер-

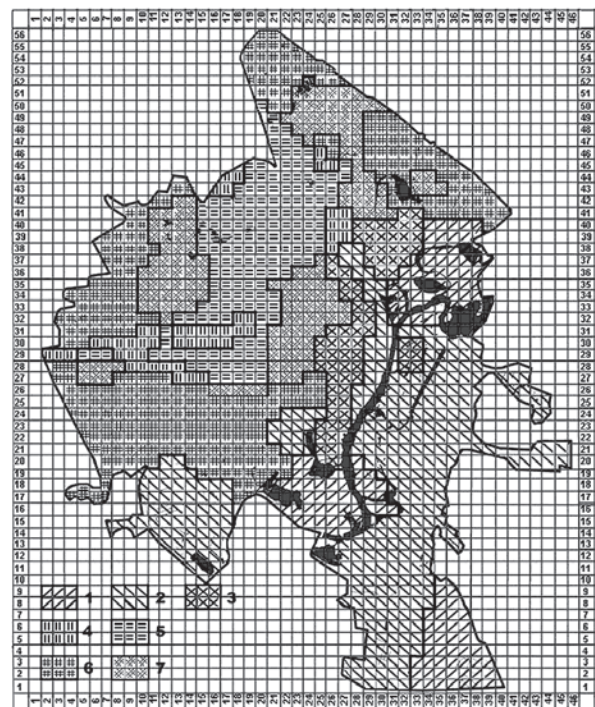


Рисунок 2. Карта эколого-геологического состояния территории г. Гомеля. Классы эколого-геологического состояния: удовлетворительного на территориях: 1 – слабоизмененных, 2 – среднеизмененных, 3 – сильноизмененных; условно удовлетворительного на территориях: 4 – среднеизмененных, 5 – сильноизмененных; неудовлетворительного на территориях: 6 – среднеизмененных, 7 – сильноизмененных.

Таблица 5. Фрагмент легенды к карте эколого-геологического состояния территории г. Гомеля

Класс состояния	Степень измененности	Особенности и уровень трансформации экологических функций	Состояние городских фитоценозов	Уровень заболеваемости городского населения	Экологические зоны
Удовлетворительный	Слабая	Ресурсная. Незастроенные территории, используемые в основном в рекреационных целях, частично под застройку усадебного типа. Для питьевых целей используются воды палеогенового водоносного горизонта, на который оборудован водозабор. Геодинамическая. В паводковый период происходит затопление, возможно подтопление. Распространены процессы заболачивания, в северной части развита дефляция. Геофизическая. Умеренно опасный: содержание в почвах и грунтах зоны аэрации цезия-137 не превышает $1,0 \text{ Ки/км}^2$; уровень суммарного радиационного воздействия составляет $0,2-0,5 \text{ мЗв/год}$; значительные шумовые воздействия, достигающие $75-80 \text{ дБ(А)}$ Геохимическая. Низкий уровень трансформации по содержанию в почвах и грунтах зоны аэрации химических элементов и тяжелых металлов. Исключение составляют водорастворимая форма фтора и нефтепродукты, содержание которых достигает умеренно опасного уровня: 8 мг/кг и 250 мг/кг соответственно	Фитоценозы представлены древесной растительностью на окраине, пойменными лугами и насаждениями общего пользования. Отмечается снижение размеров радиального прироста лесных фитоценозов, сопровождаемое расширением амплитуды его годовых колебаний. В отдельных видах прибрежно-водной растительности отмечается повышенное содержание тяжелых металлов	Проживает незначительная часть населения со средним уровнем общей заболеваемости взрослых и высоким уровнем – детей. Повышенное обращение взрослых по болезням органов пищеварения, новообразованиям, а также осложнениям беременности и врожденным аномалиям	Нормы
	Сильная	Ресурсная. Территория промышленного назначения, с включением отдельных незастроенных участков. В ее пределах расположен крупный железнодорожный и автомобильный узел, а также коммунально-складская зона. Для питьевых целей используются воды палеогенового и альбсеноманского водоносных горизонтов, на которые в пределах территории оборудован водозабор. Геодинамическая. Возможно появление верховодки, развиты эрозивно-денудационные явления, подтопление, морозное пучение, процессы заболачивания. К территории относятся участки наиболее интенсивного преобразования поверхности. Геофизическая. Умеренно опасный уровень характерен лишь для суммарного радиационного воздействия, значения которого составляют $0,2-0,5 \text{ мЗв/год}$. Опасного уровня достигают содержание цезия в грунтах (при средних значениях $2,6-3,0 \text{ Ки/км}^2$) и шумовые воздействия (более 80 дБ(А)). Геохимическая. Умеренно опасного уровня достигает большее число элементов-загрязнителей. На локальных участках они достигают опасных концентраций: цинк – до $75-80 \text{ мг/кг}$ (средние значения около 20 мг/кг), хром – более $5,0 \text{ мг/кг}$; свинец – $28-35 \text{ мг/кг}$ (средние около 20 мг/кг); кадмий – около $0,2 \text{ мг/кг}$; нефтепродукты – от 300 до 500 мг/кг. Опасным уровнем характеризуется содержание фтора ($8,0-16,0 \text{ мг/кг}$) и ртути (более $0,5 \text{ мг/кг}$)	Фитоценозы представлены в основном прибрежно-водной растительностью озер, преимущественно осоковой, насаждениями общего, в том числе ограниченного пользования и специального назначения. В прибрежно-водной растительности отмечается повышенное содержание тяжелых металлов: меди ($38,4-75,6 \text{ г/кг}$ сухого вещества), свинца ($15,4-304,8 \text{ мг/кг}$), хрома ($3,8-8,7 \text{ мг/кг}$), кадмия ($49,1-172,8 \text{ мг/кг}$)	Уровень общей заболеваемости выше среднего. Наиболее высокие показатели заболеваний нервной системы и системы кровообращения. Выше средних по городу показатели заболеваемости органов дыхания, пищеварения, болезней кожи, патологий во время беременности. Наиболее характерны обращения по болезням органов дыхания, нервной системы и органов чувств, эндокринной системы, врожденным аномалиям, а также болезням кожи, костно-мышечной системы и осложнениям беременности	Кризиса

ритории с установленными показателями в определенный класс эколого-геологического состояния: удовлетворительного, условно удовлетворительного и неудовлетворительного (рис. 1). Так, участки, попадающие по

диаграмме рассеяния в первые две координатные четверти, уверенно могут быть отнесены к неудовлетворительному состоянию, в III координатную четверть – к условно удовлетворительному, а в IV – к удовлетво-

рительному классу состояния.

Выявление наиболее значимых факторов и дискриминантных функций позволило по установленным в соответствии с прямыми критериями экологическим зонам с учетом фактических классов опасности определить классы эколого-геологического состояния для каждого блока математико-картографической модели, т. е. решить «обратную» задачу. Для приведения прямых критериев в соответствие показатели зоны принимались нами в качестве условных единиц: нормы – 1, риска – 2, кризиса – 3, что значительно облегчило расчетные операции.

Классы состояния геологической среды отображены на карте эколого-геологического состояния цветовой фоновой закрашкой по принципу светофора или штриховкой (рис. 2). Характеристика классов состояния, соответствующих им экологических зон, а также состояния городских фитоценозов и заболеваемости населения приведена в легенде к карте (табл. 5). Взаимосвязанное пространственно-временное сочетание состояния экологических функций геологической среды и биотического компонента в целом качественно и количественно отражает наиболее значимые факторы геологической среды и пути их воздействия на условия проживания городского населения.

Анализ карты эколого-геологического состояния территории Гомеля свидетельствует о том, что в его пределах в зависимости от степени измененности можно выделить три класса состояния геологической среды:

- удовлетворительное на слабоизмененных, среднеизмененных и сильноизмененных территориях;
- условно удовлетворительное на средне- и сильноизмененных территориях;
- неудовлетворительное на средне- и сильноизмененных территориях.

В целом выделенные классы состояния существенно отличаются между собой современным состоянием геологической среды, уровнем трансформации ее экологических функций и выраженным повреждающим действием городских экосистем, в том числе населения.

Таким образом, предложенная методика построения карты эколого-геологического состояния урбанизированной территории основана на комплексной оценке современного состояния экологических функций геологической среды и биотического компонента в целом и заключается в последовательном наборе и минимизации числа признаков и определении границ разделения многомерных совокупностей путем дискриминантного анализа.

ВЫВОДЫ

Комплексная оценка эколого-геологического состояния – это процесс составления на топографической основе постоянно действующей картографической модели, позволяющей оценить современное состояние экологических функций литосферы, а также экосистемы в целом или ее отдельных биотических составляющих с пространственным выделением классов состояния эколого-геологических условий и экологических зон.

Использованный нами подход к составу, структуре и содержанию комплексной эколого-геологической оценки урбанизированной территории дает возможность использовать состояние экосистем, в частности здоровья населения, в качестве интегрального показателя, отражающего состояние геологической среды. При этом медико-санитарные показатели рассматриваются в качестве внутренних факторов; учитываются динамика и структура общей заболеваемости, изменение отдельных видов заболеваемости, а также распространенность заболеваемости в пределах урбанизированной территории.

Предлагаемая методика построения карты эколого-геологического состояния урбанизированной территории позволяет отразить в качественной и количественной форме наиболее значимые факторы геологической среды и пути их воздействия на условия проживания городского населения. При этом статистически обоснованно реализуется возможность рассмотрения здоровья населения в качестве интегрального показателя состояния геологической среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГАЛКИН А.Н., КРАСОВСКАЯ И.А., АНОШКО Я.И., ЖОГЛО В.Г. Оценка устойчивости геологической среды Гомеля к техногенному загрязнению // Літасфера. 2004. № 1 (20). – С. 100–109.
- ГАЛКИН А.Н., ТРАЦЕВСКАЯ Е.Ю., КРАСОВСКАЯ И.А., ПАВЛОВСКИЙ А.И. Инженерно-геологическое районирование территории г. Гомеля // Літасфера. 2004. № 2 (21). – С. 5–12.
- ГЕОХИМИЧЕСКОЕ изучение ландшафтов Белоруссии / Под ред. К.И. Лукашева. Мн., 1984.
- КРАСОВСКАЯ И.А. Трансформация биоценозов в условиях урбанизации (на примере г. Гомеля) // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. 2005. № 2 (36). – С. 130–135.
- КРАСОВСКАЯ И.А. Опыт проведения комплексной оценки эколого-геологического состояния урбанизированной территории // Сергеевские чтения: Матер. годичной сессии Научного совета РАН. М., 2006. Вып. 8. – С. 30–34.

- КРАСОВСКАЯ И.А. Здоровье населения города, как интегральный показатель состояния техногенно измененной природной среды (на примере г. Гомеля) // Экологическая антропология / Гл. ред. А.Е. Океанов. Мн., 2006. – С. 47–51.
- КРАСОВСКАЯ И.А., ГАЛКИН А.Н., ВЕРУТИН М.Г., КОВАЛЕНКО С.В. Особенности техногенных воздействий на эколого-геологическую систему г. Гомеля // Літасфера. 2005. № 2 (23). – С. 91–101.
- ЛУКАШЕВ К.И., ВАДКОВСКАЯ И.К. Эколого-геохимическое изучение биосферы в научных и прикладных аспектах. Мн., 1989. – 173 с.
- ПРИРОДНАЯ среда Беларуси / Под ред. В.Ф. Логинова. Мн., 2002.
- ТРОФИМОВ В.Т., ЗИЛИНГ Д.Г. Экологическая геология. М., 2002.

Рецензент В.И. Пашкевич

Поступило 19.09.06

АЦЭНКА ЭКОЛАГА-ГЕАЛАГІЧНАГА СТАНУ УРБАНІЗАВАННЫХ ТЭРЫТОРЫЙ НА ПРЫКЛАДЗЕ г. ГОМЕЛЯ

І.А. Красоўская, А.М. Галкін

У артыкуле выкладаецца новы падыход да складу, структуры і зместу метадыкі ацэнкі экалага-геалагічнага стану (ЭГС) урбанізаваных тэрыторый. Пад комплекснай ацэнкай ЭГС аўтары разумеюць працэс састаўлення на тапаграфічнай аснове пастаянна дзеючай картаграфічнай мадэлі, якая дазваляе ацаніць сучасны стан экалагічных функцый літасферы, а таксама экасістэмы ўвогуле або яе асобных біятычных складальнікаў з прасторавым вылучэннем класаў стану экалага-геалагічных умоў і зон экасістэмы. Разглядаюцца тры этапы комплекснай ацэнкі, кожны з якіх характарызуецца аб'ектам і мэтай даследаванняў, адпаведнымі падзеламі выконваемых работ і іх задачамі, відамі работ, крыніцамі атрымання інфармацыі і прыведзеным канчатковым вынікам.

Завяршальны, трэці, этап комплекснай ацэнкі ЭГС урбанізаванай тэрыторыі прысвечаны непасрэдна стварэнню картаграфічнай мадэлі. Аўтары выкладаюць сваю метадыку пабудовы карты стану экалага-геалагічных умоў, заснаваную на ацэнцы сучаснага стану экалагічных функцый літасферы і біятычнага кампанента ўвогуле. Разгледжаны падыход дазваляе якасна і колькасна ўлічваць найбольш значныя фактары і шляхі іх уздзеяння на ўмовы існавання фіта- і зоацэнозаў, пражыванне гарадскога насельніцтва. Пры гэтым статыстычна абгрунтавана рэалізуецца магчымасць разгляду здароўя насельніцтва ў якасці інтэгральнага паказчыка стану геалагічнага асяроддзя.

У артыкуле прыведзены асноўныя вынікі апрабавання прапануемых метадык ва ўмовах тэрыторыі г. Гомеля, дзе ў якасці аб'екта даследаванняў выступілі верхнія гарызонты літасферы як абіятычны кампанент ЭГС, прадметам даследаванняў паслужылі функцыянальныя сувязі ў сістэме «тэхнагенна змененая літасфера – біёта». Асноўныя вынікі комплекснай ацэнкі аформлены ў выглядзе легенды да карты экалага-геалагічнага стану, якая ўтрымлівае падрабязную характарыстыку класаў ЭГС тэрыторыі. Увогуле вылучаныя класы стану грунтоўна адрозніваюцца паміж сабой сучасным станам геалагічнага асяроддзя, узроўнем трансфармацыі яго экалагічных функцый і выяўленым шкодным уздзеяннем на гарадскія экасістэмы, у тым ліку насельніцтва.

ESTIMATION OF THE ECOLOGICAL AND GEOLOGICAL CONDITIONS IN URBAN TERRITORIES EXEMPLIFIED BY THE TOWN OF GOMEL

I.A. Krasovskaya, A.N. Galkin

The paper describes a new approach to the formulation, composition and contents of techniques used to estimate the ecological and geological conditions in urban territories. The comprehensive estimation of the ecological and geological conditions (EGC) in urban territories, in the authors' opinion, suggests generation of a permanent topographically – based cartographic model which is developed to assess the recent ecological function of the lithosphere, as well as of an ecosystem as a whole, or its separate biotic components accompanied by the spatial differentiation of classes of ecological and geological conditions and zones of an ecosystem. Three stages of the comprehensive estimation are distinguished, each of them characterized by an object and a purpose of investigation, corresponding sections of works to be performed and problems to be solved, kinds of works, information sources and a final result.

The final third stage of the comprehensive estimation of ecological and geological conditions of an urban territory is devoted immediately to the creation of a cartographic model. The authors present the techniques of map construction based on an assessment of the recent ecological function of the lithosphere and a biotic component as a whole. The considered approach permits a qualitative and quantitative assessment of the most important factors and

ways of their influence on the conditions necessary for the existence of phyto- and zoocenoses and life of urban population. Simultaneously, a possibility to examine the health of population is statistically justified and realized as an integrated parameter of the geological environment conditions.

The paper presents the basic results of using the proposed techniques under conditions of the territory of Gomel, where the upper lithosphere horizons as an abiotic component of the ecological and geological system were an investigation object and functional relationships in the system «human-impacted lithosphere – biota» – an investigation subject. The basic results of the comprehensive estimation are presented as a map legend describing ecological and geological conditions and involving the detailed characteristic of classes of the territory EGS. The distinguished classes differ essentially in the recent conditions of the geological environment, a level of transformation of its ecological functions and the pronounced damaging action upon the town ecosystems, including the population.