

## ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Оценка канцерогенного риска для здоровья населения, проведенная по имеющимся результатам лабораторных исследований качества атмосферного воздуха в мониторинговых точках контроля, показала, что неприемлемые уровни индивидуального канцерогенного риска отмечаются по воздействию 1,3-бутадиена, хрома шестивалентного, акрилонитрила и сажи.

Расчеты неканцерогенного риска показали, что неприемлемый уровень риска ( $HQ > 1$ ) отмечается от воздействия азота диоксида, акрилонитрила, взвешенных веществ, акролеина, 1,3-бутадиена, меди оксида, хрома шестивалентного, марганца. При оценке одностороннего воздействия веществ установлено, что неприемлемый уровень канцерогенного риска ( $HI > 1$ ) характерен для органов дыхания, кровотоковой системы, сердечно-сосудистой системы.

Анализ существующей системы мониторинга уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Воронежа показал, что она требует своего совершенствования. В настоящее время контроль ведется по ограниченному перечню веществ (19 ингредиентов из 49 приоритетных), что не позволяет в полной мере проводить достоверную оценку степени опасности химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, для здоровья населения.

С целью повышения достоверности оценки риска для здоровья населения от воздействия приоритетных веществ, поступающих в атмосферный воздух г. Воронежа, необходимо разработать сводный том предельно допустимых выбросов (ПДВ), включающий результаты моделирования концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха (в настоящее время ПДВ разработаны для отдельных хозяйствующих субъектов). При этом необходимо сочетание анализа данных мониторинга с результатами моделирования уровня загрязнения воздушной среды, что позволит более аргументировано и адекватно разрабатывать

профилактические мероприятия по снижению и достижению безопасных для здоровья населения г. Воронежа уровней экспозиции аэротехногенных веществ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бережнова Т.А., Мамчик Н.П., Клепиков О.В. Загрязнение атмосферного воздуха как угроза безопасности жизнедеятельности населения // Системный анализ и управление в биомедицинских системах: журнал практической и теоретической биологии и медицины. 2011. Т. 10. № 1. С. 37-39.
2. Куропан С.А., Епринцев С.А., Клепиков О.В. [и др.]. Воронеж: среда обитания из зоны экологического риска. Воронеж: Изд-во «Истоки», 2010. 207 с.
3. Платунин А.В., Клепиков О.В., Коллет И.В., Заряева Е.В. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха // Журнал теоретической и практической медицины. М., 2009. Т. 7. № 4. С. 496-501.
4. Доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в Воронежской области в 2011 году. Воронеж: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области, 2012. 177 с.
5. ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест». М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 77 с.
6. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920-04). М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.

Поступила в редакцию 15 сентября 2012 г.

Khorpyakova T.V., Pasechnaya O.M. ASSESSMENT OF AIR POLLUTION LEVEL AND AIR-TECHNOGENIC HEALTH RISK FOR POPULATION

The ecological assessment of air-technogenic risk for health of population of industrial city according to laboratory control of concentrations of pollutants in the air is conducted. Unacceptable level of non-cancer risk was found for 8 out of 19 controlled substances (nitrogen dioxide, acrylonitrile, suspended matter, acrolein, 1,3-butadiene, copper oxide, hexavalent chromium, manganese). High level of individual cancer risk was observed for effects of 1,3-butadiene, hexavalent chromium, acrylonitrile, and carbon black.

*Key words:* air pollution; carcinogenic risk; non-cancer risk.

УДК 502.5

## РАЗМЫШЛЕНИЯ ОБ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

© Р.В. Шарапов

*Ключевые слова:* эколого-геологическая система; экология; природно-техническая система.

Рассматриваются вопросы использования понятия «эколого-геологическая система», как расширенного взгляда на проблемы создания и эксплуатации технических систем за счет учета их взаимодействия с геологической средой. Дается понятие эколого-геологической системы. Проводится сравнение природно-технической, лито-технической и эколого-геологической систем. Рассматриваются виды и границы эколого-геологических систем. Обсуждаются вопросы исследования эколого-геологических систем, их воздействия на литосферу и биоту.

## ВВЕДЕНИЕ

С давних пор человечество строит конструкции, здания, сооружения, предприятия и т. д., представляющие собой сложные технические системы. Все они

тщательно проектируются, проводится изучение места строительства (чаще всего верхних слоев литосферы и климатических условий). Сооружаемые технические системы с каждым годом становятся все более и более крупными и сложными [1]. Появились такие гигант-

ские сооружения, как гидроэлектростанции, атомные электростанции, небоскребы, и т. д. Несмотря на всю техническую проработку проектов технических систем, вопросам их взаимодействия с окружающей средой после ввода в эксплуатацию уделяется не так много внимания. Чаще всего рассматриваются вопросы влияния объектов на биоценоз, загрязнения окружающей среды за счет выбросов веществ в атмосферу, сбросов загрязненных вод и захоронения твердых отходов, возникающих при функционировании и т. д. Изменение геологической среды, взаимодействующей с техническими системами, влияние этих изменений на биоту чаще всего остается за рамками внимания исследователей.

*Цель работы* – рассмотреть вопросы применения понятия эколого-геологической системы как расширения понятия технической системы за счет учета ее взаимодействия с геологической средой.

### ПОНЯТИЕ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Любая техническая система не может существовать в отрыве от той среды, где она сооружена. Здания строятся на земле, порты, плотины и другие гидрологические объекты взаимодействуют с водной средой и т. д. При этом техническая система функционирует по техническим законам, а окружающая ее среда живет по своим природным законам. Вместе они образуют единую систему. Для ее обозначения было введено понятие природно-технической системы, представляющей собой целостную, упорядоченную в пространственно-временном отношении совокупность природных и техногенных элементов, функционирующих как единая система [2]. Она включает в себя орудия, продукты и средства труда, естественные и искусственно измененные природные тела, а также естественные и искусственные поля [3]. Надо заметить, что в состав природно-технической системы входит достаточно конкретная часть окружающей природной среды, находящаяся в зоне влияния технической системы. Влияние во многом зависит от вида технического объекта. Оно может проявляться в разнообразных геологических, гидрологических, атмосферных и биологических процессах [4–5].

В связи с тем, что понятие природно-технической системы многогранно и охватывает различные стороны взаимодействия технической системы с природной средой, ее изучением занимаются различные научные направления. Например, вопросами загрязнения окружающей среды выбросами и сбросами предприятий занимается промышленная экология [6]; вопросами взаимодействия технических систем с литосферой – экологическая геология [7]; вопросами изменения плодородия почвы, подвергающейся воздействию технической системы – почвоведение и т. д.

Так как подавляющее большинство технических систем строятся на поверхности или в верхних слоях литосферы, рассмотрение взаимодействия объектов с геологической средой становится весьма актуальным. Для этих целей было введено понятие геотехнической или литотехнической [2, 8] системы. Литотехническая система – это часть природно-технической системы, включающая объекты литосферы и взаимодействующую с ними часть литосферы. В связи с тем, что изменение геологической среды оказывает влияние на кон-

тактирующую с ней биологическую среду, возникает необходимость расширения понятия литотехнической системы.

### ПОНЯТИЕ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Термин эколого-геологическая система был предложен М.Б. Куриновым и Г.А. Голодковой [8]: эколого-геологическая система – открытая динамическая система, в которой в качестве подсистем выступают источник воздействия (природный или техногенный), геологический компонент природной среды и экономическая мишень, связанные прямыми и обратными причинно-следственными связями, обуславливающими ее структурно-функциональное единство.

В [9] под эколого-геологической системой понимается часть экосистемы, обусловленная взаимодействием и взаимным влиянием некоторой области верхних горизонтов литосферы и биоты.

Активно вопросы, связанные с эколого-геологическими системами, обсуждаются доктором геолого-

минералогических наук профессором В.Т. Трофимовым [7, 10–11].

С точки зрения структуры эколого-геологические системы представляют собой сложные, многофакторные динамические образования, изменяющиеся под влиянием природных и техногенных процессов. Эти изменения могут проходить достаточно быстро [10].

В зависимости от источников воздействия эколого-геологические системы можно разделить на природные и техногенные. Первые включают в себя природные объекты, взаимодействующие с литосферой. Вторые включают в свой состав природные и техногенные объекты (отдельные строения, комплексы зданий и т. д., образующие единые технические системы) и с точки зрения интенсивности воздействия на окружающую природную среду представляют особый интерес. По этой причине далее мы будем рассматривать именно техногенные эколого-геологические системы. Надо заметить, что воздействие таких систем на окружающую среду учитывается через техногенное изменение литосферы.

### ГРАНИЦЫ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В зону внимания литотехнической системы входит область взаимодействия технической системы с верхними слоями литосферы. Зона влияния эколого-геологической системы несколько шире: она включает в себя кроме вышеописанной области еще и область влияния на биоту.

Нижней границей эколого-геологических систем является зона проникновения в литосферу техногенных воздействий, которая может варьироваться в широких пределах, достигая глубины в 12 км (Кольская сверхглубокая скважина [12]). Верхней границей системы можно считать приповерхностную часть литосферы [10], исключая из нее поверхностные воды, атмосферу и т. д. Последние рассматриваются как смежные среды и изучаются отдельно (рис. 1).

Надо заметить, что в границах эколого-геологической системы могут оказываться техногенные воздействия на литосферу разной природы. Отдельные

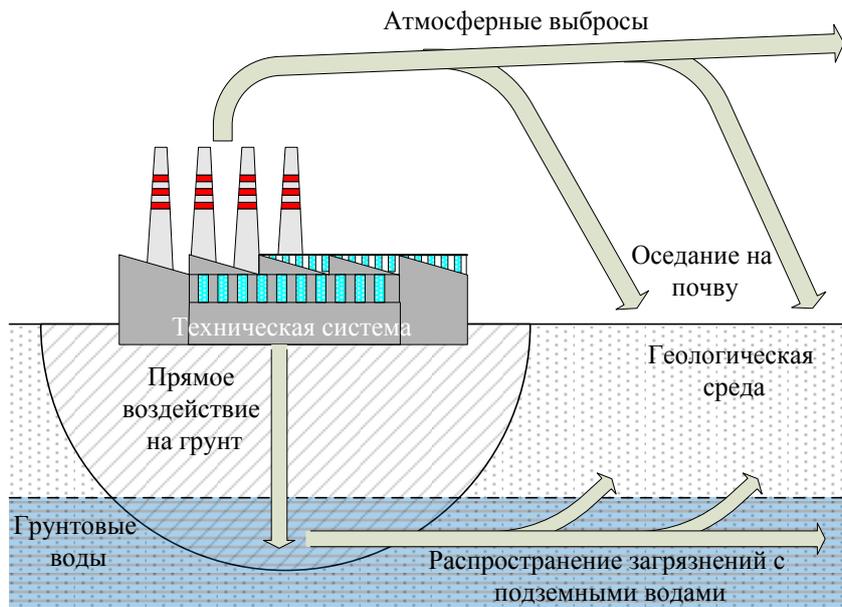


Рис. 1. Схема воздействий в эколого-геологической системе

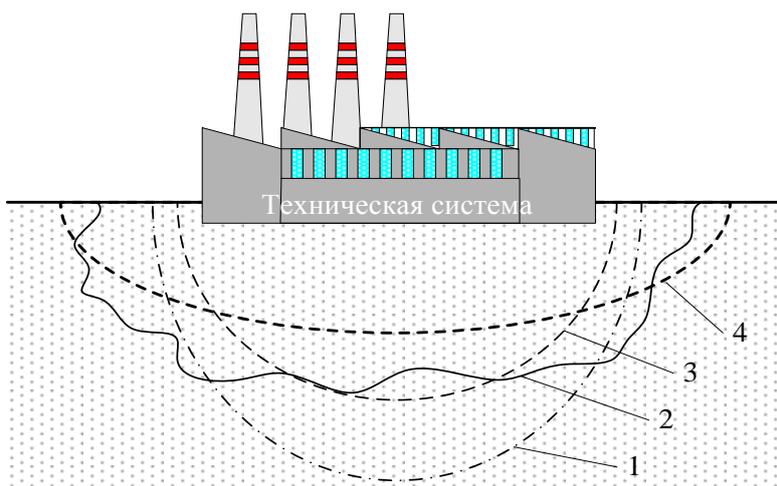


Рис. 2. Границы воздействия эколого-геологической системы на литосферу: 1, 2, 3, 4 – границы зон воздействия разной природы

границы образуются в результате механического уплотнения грунтов, нарушения термо-влажностного режима грунтов, химических загрязнений и т. д. (рис. 2).

Эколого-геологические системы по-разному взаимодействуют с геологической средой. Условно можно выделить три зоны:

1) зона максимального воздействия, включающая техногенные объекты, почву, подпочвенные четвертичные отложения, поверхностные, подземные и грунтовые воды. Зона простирается на несколько десятков метров вглубь;

2) средняя зона воздействия, включающая коренные породы, подземные воды и газы. Может простираться до глубины в несколько километров. Зона охватывает области воздействия шахт, крупных наземных и подземных объектов;

3) нижняя зона, связанная с проявлением глубинных тектонических процессов.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

При исследовании эколого-геологических систем можно выделить два подхода [13]:

- 1) биоцентрический рассматривает влияние на всю биоту (растения, животных и человека);
- 2) антропоцентрический рассматривает человека и условия комфортности его обитания.

Биоцентрический подход является универсальным, в то время как антропоцентрический представляет собой его частный случай, исключая из рассмотрения растения и живые организмы.

Таблица 1

## Изменение экологических свойств литосферы в рамках техногенных эколого-геологических систем

Класс	Виды изменения экологических свойств литосферы
Агротехнический	<ul style="list-style-type: none"> <li>– деградированные и загрязненные почвы;</li> <li>– геодинамические процессы, влияющие на состояние почв: эрозия, суффозия, смыл и т. д.;</li> <li>– механическое перераспределение почв в пределах территорий;</li> <li>– улучшение качества почвенного покрова за счет применения агротехнических методов их оптимизации</li> </ul>
Водохозяйственный	<ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование депрессионных воронок;</li> <li>– сработка водоносных горизонтов;</li> <li>– загрязнение поверхностной и подземной гидросферы;</li> <li>– подтопление территорий</li> </ul>
Горнодобывающий	<ul style="list-style-type: none"> <li>– глубинно механически, химически и физически преобразованная литосфера;</li> <li>– перемещение значительных объемов вещества, образование полостей и пустот;</li> <li>– формирование специфического технорельефа;</li> <li>– перераспределение глубинного минерального вещества между лито-, гидро- и атмосферами;</li> <li>– перестроенные гидродинамические условия, площадные депрессионные воронки;</li> <li>– исчезнувшие малые водотоки и вновь образованные техногенные реки, площади водосбора;</li> <li>– отчужденные территории плодородных почв, их преобразование в зоне влияния</li> </ul>
Лесотехнический	<ul style="list-style-type: none"> <li>– уменьшение развития экзогенных и инженерно-геологических процессов и явлений;</li> <li>– формирование лесных типов почв;</li> <li>– преобразование водных и газовых компонентов литосферы</li> </ul>
Промышленный	<ul style="list-style-type: none"> <li>– индустриальный микрорельеф;</li> <li>– тепловые аномалии в компонентах литосферы;</li> <li>– зарегулированные и уничтоженные поверхностные водотоки;</li> <li>– загрязненные и истощенные водоносные горизонты;</li> <li>– деградированные почвы;</li> <li>– формирование приповерхностных геохимических и геофизических аномалий</li> </ul>
Селитебный	<ul style="list-style-type: none"> <li>– сnivelированный рельеф, измененные площади водосбора;</li> <li>– механически преобразованные элементы земной коры;</li> <li>– сработанные и загрязненные водоносные горизонты;</li> <li>– техногенные электромагнитные, вибрационные и шумовые поля;</li> <li>– складирование отходов жизнедеятельности человека;</li> <li>– замусоривание, захламление речных долин;</li> <li>– селективное видовое культивирование биосферы</li> </ul>

Эколого-геологическая система – это динамическая система, непрерывно изменяющаяся и развивающаяся в результате развития и взаимодействия ее компонентов. На ее формирование и трансформацию оказывают влияние протекающие геологические процессы, климатические условия и техногенные воздействия.

В связи с большим разнообразием эколого-геологических систем существует широкий спектр видов их воздействий на литосферу. Можно выделить шесть классов эколого-геологических систем в зависимости от видов техногенной нагрузки: агротехнический, горнодобывающий, водохозяйственный, лесотехнический, промышленный и селитебный. Виды изменений экологических свойств литосферы для каждого класса приведены в табл. 1 [13].

В связи с тем, что эколого-геологические системы достаточно сложны, их невозможно изучать, используя только геологические критерии и показатели. Для получения более полной картины необходимо использование биотических, медико-санитарных и социально-экономических показателей. При этом важное значение приобретает учет функциональных зависимостей между эколого-геологическими условиями и состояниями биоты.

Можно выделить следующие компоненты эколого-геологических условий [10]:

- 1) геологическое строение и характер слагающих пород;
- 2) рельеф;
- 3) гидрогеологические условия;
- 4) мерзлотные условия;
- 5) геохимические условия;
- 6) геофизические условия;
- 7) ландшафтные особенности;
- 8) современные геологические процессы.

Сочетание перечисленных компонентов формирует эколого-геологический облик различных регионов и особенности функционирования эколого-геологических систем.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование понятия эколого-геологической системы при разработке проектов и последующей эксплуатации сложных технических систем позволяет более широко взглянуть на проблему взаимодействия и влияния на окружающую, прежде всего геологическую, среду. Расширяются как пространственные границы

сферы взаимодействия сооружений с природной средой, так и временной интервал воздействия. Это позволяет более детально подойти к проблемам создания новых сложных технических систем [7], снижения неблагоприятного воздействия на окружающую среду, повышения надежности их работы и безопасной эксплуатации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьев Л.П., Булкин В.В., Шаронов Р.В. Существование человека в рамках техносферы // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*. 2012. № 1 (11). С. 31-39.
2. Бондарик Г.К. Теория геологического поля. М.: РИЦ ВИМС, 2002.
3. Бондарик Г.К., Ярг Л.А. Инженерно-геологические изыскания. М.: КДУ, 2011. 420 с.
4. Бондарик Г.К. Эколого-геологическая проблема и природно-технические системы. М.: Икар, 2004.
5. Шаронов Р.В. Переход от технических к природно-техническим системам // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*, 2012. № 2. С. 43-46.
6. Семенов И.В. Промышленная экология. М.: Издат. центр «Академия», 2009. 528 с.
7. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология. М.: Геоинформмарк, 2002. 415 с.
8. Трофимов В.Т., Аверкина Т.И., Королев В.А. [и др.] Теория и методология экологической геологии / под ред. В.Т. Трофимова. М.: Изд-во МГУ, 1997. 368 с.
9. Королев В.А. Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем / под ред. В.Т. Трофимова. М.: КДУ, 2007. 416 с.

10. Трофимов В.Т. Эколого-геологические системы и новая структура экосистемы // *Геология, география и глобальная энергия*. 2010. № 1. С. 6-26.
11. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Инженерная геология и экологическая геология: теоретико-методологические основы и взаимоотношения. М.: Изд-во МГУ, 1999. 120 с.
12. Кольская сверхглубокая. Исследование глубинного строения континентальной коры с помощью бурения Кольской сверхглубокой скважины. М.: Недра, 1984. 490 с.
13. Косинова И.И., Богословский В.А., Бударина В.А. Методы эколого-геохимических, эколого-геофизических исследований и рациональное недропользование: учеб. пособие. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2004. 284 с.

Поступила в редакцию 20 сентября 2012 г.

#### Sharapov R.V. REFLECTIONS ON ECO-GEOLOGICAL SYSTEMS

The use of the concept of "eco-geological system" as an extended look at the problem of building and operating the technical systems by taking into account their interaction with the geological environment are considered. The concept of eco-geological system is given. The natural- technological, litotechnical and eco-geological systems are given. The types and limits of eco-geological systems are considered. The study of eco-geological systems, their impact on the lithosphere and biota is discussed.

*Key words:* eco-geological system; ecology; natural-technical system.

УДК [595.782/.598.2/.599:591.543.4](470.44)

### ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЖИВОТНОГО МИРА СЕВЕРА НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

© Г.В. Шляхтин, В.В. Аникин, Е.Ю. Мосолова

*Ключевые слова:* климат; биоразнообразие животных; север Нижнего Поволжья; Россия.

Климатические изменения на севере Нижнего Поволжья являются важнейшим фактором, определяющим в настоящее время состояние сообществ насекомых, птиц и млекопитающих. Одной из особенностей современного функционирования природных систем и отдельных видов животных, существующих в них, является их значительная дестабилизированность. Наряду с климатическими колебаниями на большинство видов животных влияют антропогенные факторы. Установлены комплексы видов животных из разных ландшафтов региона, заметно «поменявшие» свои границы ареалов за последние 50–100 лет. Отмечено появление ранее не отмечавшихся видов с южных и северных прилегающих территорий.

Всеобщая трансформация климата в современный период является очевидным процессом. Планетарного потепления климата, возможно, и нет, но его изменение в отдельных регионах не вызывает сомнений. Динамика биоразнообразия, безусловно, зависит от флуктуаций погодно-климатических факторов. Но климат не является единственной причиной, на популяции живых организмов влияет множество абиотических и биотических факторов, включая и антропогенные. В связи с этим говорить о потеплении климата как основной и главной причине воздействия на биоразнообразие преждевременно, но выявить основные тренды в изменении биоразнообразия на протяжении определенного геологического и современного периодов времени вполне возможно. Это явление прослеживается на

видах, по которым имеются многовековые данные о динамике их ареалов в пределах достаточно обширных территорий. К таким видам можно отнести определенные группы насекомых, птиц и млекопитающих севера Нижнего Поволжья.

Границы ареалов большинства животных севера Н. Поволжья в настоящее время обуславливается совокупностью сложных исторических процессов, включающих расселение, которое началось в конце последнего вюрмского оледенения около 12 тыс. лет назад. Распространение животных из рефугиумов в пребореальный и бореальный периоды голоцена (8000–12000 лет назад) проходило на фоне постепенного потепления климата, значительно усилившегося в последующий атлантический период (4500–8000 лет назад).