

УДК 55:504:574

ЭВОЛЮЦИЯ ТЕРМИНА «ГЕОЭКОЛОГИЯ» В ГЕОЛОГИИ

В.Т. Трофимов, Т.А. Барабошкина, М.А. Харьковина, А.Д. Жигалин

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Поступила в редакцию 10.04.17

Экологизация естествознания на рубеже тысячелетий привела к широкому использованию термина «геоэкология», введенному К. Троллем (Troll, 1939) в географии, в публикациях ведущих геологов как в России, так и за рубежом. Формирование учения об экологических функциях абиотических сфер Земли дало новый теоретический базис для его развития.

Ключевые слова: геоэкология, история, систематика, экологические функции абиотических сфер Земли.

Trofimov V.T., Baraboshkina T.A., Kharkina M.A., Zhigalin A.D. Evolution of term "Geoecology" in geology. Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Series. 2017. Volume 92, part 3. P. 3–11.

Greening of natural sciences at a turn of the Millennia has led to the wide use of the term "Geoecology" entered by C. Troll (1939) in geography, in publications of the leading geologists as in the Russia, and abroad. Formation of the doctrine about ecological functions of abiotic spheres of Earth has given new theoretical basis for his development.

Key words: geoecology, history, taxonomy, ecological functions of abiotic spheres of the Earth.

В последней четверти XX в. термин «геоэкология» стал широко использоваться в публикациях ведущих геологов России. Наиболее детальная систематика выполнена в работах В.Б. Сочавы (1978), К.И. Сычева (1991), В.Т. Трофимова и др. (1994, 2012), В.Т. Трофимова и Д.Г. Зилинга (1994), Е.А. Козловского (1989), Г.Л. Коффа (1996), В.И. Осипова (1993, 1996, 1997), С.В. Клубова и Л.В. Прозорова (2002), И.И. Косиновой (1996), В.В. Куриленко (2002, 2004), В.Т. Трофимова (2005а,б, 2006, 2008, 2009, 2012, 2014; Trofimov, Kurilenko, 2015).

Геологическое содержание геоэкологии придал В.Б. Сочава (1978), определивший геоэкологию как науку о состоянии геологической среды и всех ее компонентов, о происходящих в ней процессах, активизация которых может отражаться (в том числе и негативно) на состоянии других геосфер Земли. Развивая этот аспект, геологи стали использовать данный термин широко, вкладывая в него зачастую принципиально отличное содержание.

Систематика многообразия пониманий термина «геоэкология» в геологии выполнена В.Т. Трофимовым (Теория и..., 1997, Трофимов, 2009), который весь спектр современных взглядов на его толкование разделил на три группы — геобиосферное, литосферное и геосферное (Трофимов, 2009).

Геобиосферный подход связан с широким и биологически ориентированным пониманием этого термина. Его наиболее четко сформулировал Е.А. Козловский (1989): *геоэкология* — это новое научное направление, возникшее на стыке геологии и экологии и изучающее закономерные связи между живыми организмами (в том числе и человеком), техногенными сооружениями и геологической «средой».

Объектом изучения геоэкологии при таком подходе является геоэкологическая система. Здесь речь идет об изучении не только абиотических сфер Земли, но и живого вещества через экосистемы различных уровней организации.

Литосферный подход толкования термина «геоэкология» внедрил К.И. Сычев, который писал: «Геоэкология — новое научное направление, возникшее в 80-х годах на стыке геологии и экологии. Это междисциплинарная и общепланетарная наука, изучающая в естественных и техногенно-нарушенных природных условиях *закономерные изменения в литосфере* (курсив В.Т. Трофимова, 2009), происходящие под действием внутренних (эндогенных) сил Земли и внешним влиянием атмосферы, гидросферы, биосферы и техносферы». **Объектом** при реализации этого подхода является геологическая среда во взаимодействии с внешними средами, но основной акцент делается на изучении изменений геологической среды в связи с хозяйственной деятельностью человека (Сычев, 1991, с. 3).

Геосферный подход толкования термина «геоэкология» выдвинут в публикациях В.И. Осипова (1993, 1996, 1997). Он определил геоэкологию «как междисциплинарную науку, изучающую *неживое (абиотическое) вещество геосферных оболочек Земли как компоненту окружающей среды и минеральную основу биосферы*. Объектом изучения являются все абиотические геосферные оболочки Земли, *причем в центре внимания находятся верхняя часть литосферы и процессы, происходящие под влиянием природных и техногенных факторов*» (здесь и выше курсив В.И. Осипова) (Осипов, 1997, с. 5).

Приведем еще ряд определений содержания термина «геоэкология», данных представителями геологических наук:

– новая метанаука о среде обитания разноуровневых экологических систем и реализующихся в ней взаимодействиях, в том числе между природой и обществом (Кофф, 1996);

– наука о взаимодействии литосферы и биосферы для решения экологических проблем, связанных либо с использованием первой, либо с взаимодействием литосферы и более глубоких недр (Клубов, Прозоров, 1993);

– междисциплинарная наука, изучающая состав, структуру и закономерности функционирования и эволюции естественных (природных) и антропогенно преобразованных экосистем высоких уровней организации (Трофимов и др., 1994);

– междисциплинарная наука, исследующая закономерности формирования экологических функций геосферных оболочек Земли под влиянием природных и природно-техногенных процессов в связи с жизнедеятельностью человека и биоты, ориентированная на обоснование социально-экономических и нормативно-правовых механизмов рационального природопользования (Куриленко, 2002, 2004);

– междисциплинарная наука, изучающая экологические функции абиотических сфер Земли, закономерности их формирования и пространственно-временного изменения под влиянием природных и техногенных причин в связи с жизнью и деятельностью биоты и прежде всего человека (Трофимов, 2005а,б).

В геологической литературе существует прецедент рассмотрения терминов «геология окружающей среды» и «геоэкология» как синонимов. В частности, в Толковом словаре английских геологических терминов, переведенном с английского языка и изданном в 1977 г., находим: «Environmental Geology – геология окружающей среды. Сбор, анализ и применение геологических данных и законов для решения проблем, возникающих в связи с деятельностью человека и использованием им окружающей среды; к таким проблемам относятся возможное увеличение быстро сокращающегося жизненного

пространства и ресурсов для нужд человека, уменьшение вредных влияний, связанных с деятельностью человека, и приспособление экспонентно увеличивающегося населения к ограниченным территориальным и другим ресурсам нашей планеты. Геология окружающей среды предусматривает исследования в области гидрогеологии, рельефа, инженерной геологии, экономической геологии; кроме того, она имеет дело с процессами, происходящими в недрах Земли, изучает минеральные богатства Земли и технические свойства земных материалов. Она решает вопросы, имеющие отношение к строительству зданий, транспортных сооружений и коммуникаций. В ее задачи входит безопасное устранение твердых и жидких отходов, освоение и регулирование водных ресурсов, оценка и картирование минеральных ресурсов, повсеместное долгосрочное прогнозирование и разработка проектов наиболее эффективного и выгодного использования земных пространств. См. также *urban geology. Син. Geoecology*» (Толковый словарь..., 1977, с. 482).

В.Г. Чернов в справочнике «Науки геологического цикла» на основе анализа статей в вышеназванном толковом словаре пришел к такому выводу: «Геология окружающей среды – раздел науки об окружающей среде, которая определяется так: 1) наука о Земле в ее применении к естественной среде, окружающей человека, включает в основном геоморфологию, метеорологию, климатологию, почвоведение, а также физическую и прикладную океанологию; 2) наука, занимающаяся описанием и истолкованием всей природы в целом, как мы ее воспринимаем и наблюдаем, всего, что является нашей физической окружающей средой: Земли, Солнца, океана, атмосферы, их взаимодействий и таящейся в них опасности (ТСАГТ, 1977, т. 1, с. 482). Син.: *геоэкология* (ТСАГТ, 1978, т. 2, с. 482)» (Чернов, 1996, с. 32).

Однако, согласно В.Т. Трофимову (2009), рассматривать термины «геоэкология» и «геология окружающей среды» как синонимы неправильно.

Вариабельность понимания геологами структуры геоэкологии

Структуру науки «геоэкология» геологи понимают также принципиально различно. В 1994 г. В.Т. Трофимовым, Д.Г. Зилингом и Т.И. Аверкиной (1994) было показано, что геоэкология как междисциплинарная наука о взаимодействии геосфер Земли с биотой и человеческим сообществом в качестве составных частей должна включать экологическую геологию, экологическую географию и экологическое почвоведение. В последующих работах мы придерживались определенное время этой позиции.

Позже В.И. Осипов (1997) выделил в геоэкологии следующие направления (рис. 1): геоэкологию верхней части литосферы (учение о геологической среде); геоэкологию ландшафтов (учение о рациональном природопользовании); геоэкологию почв (физика почв); геоэкологию атмосферферы (физика атмосферферы); геоэкологию поверхностной гидросферы (физика гидросферы)

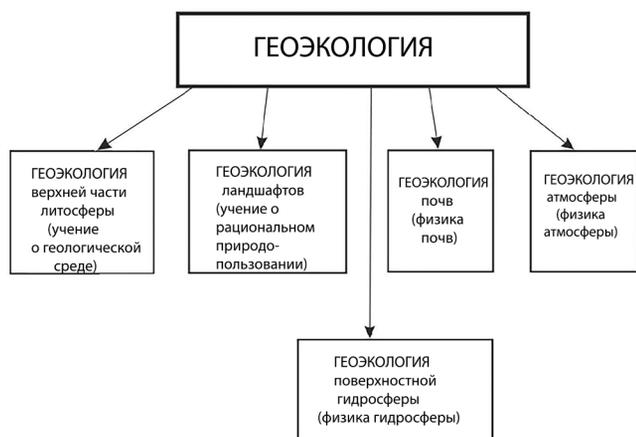


Рис. 1. Структура геоэкологии, по В.И. Осипову (1997)

(физика почв); геоэкологию атмосферы (физика атмосферы); геоэкологию поверхностной гидросферы (физика гидросферы).

Мнение В.Т. Трофимова с соавторами (1994) иное, так как в большинстве случаев вышеперечисленные термины обозначают устоявшиеся направления определенных наук или даже целые науки, сформировавшиеся еще до появления термина «геоэкология». По мнению В.Т. Трофимова, логично ли, например, геоэкологию атмосферы приравнять к физике атмосферы? Кроме того, геоэкологические вопросы столь же физические, сколь и

химические, да и биологические. Рационально ли говорить о геоэкологии атмосферы, верхней части литосферы и т.п.?

В.В. Куриленко (2004) обособил геоэкологию в составе мегаэкологии наряду (и в одинаковом ранге) с биоэкологией, социальной экологией и промышленной экологией (рис. 2). Геоэкология в его построениях включает экологию биосферы (глобальную экологию), экологию литосферы (экологическую геологию), экологию гидросферы (экологию водных экосистем), экологию атмосферы (экологию воздушной среды), экологию географических систем (географическая экология), экологию педосферы (экологическое почвоведение)

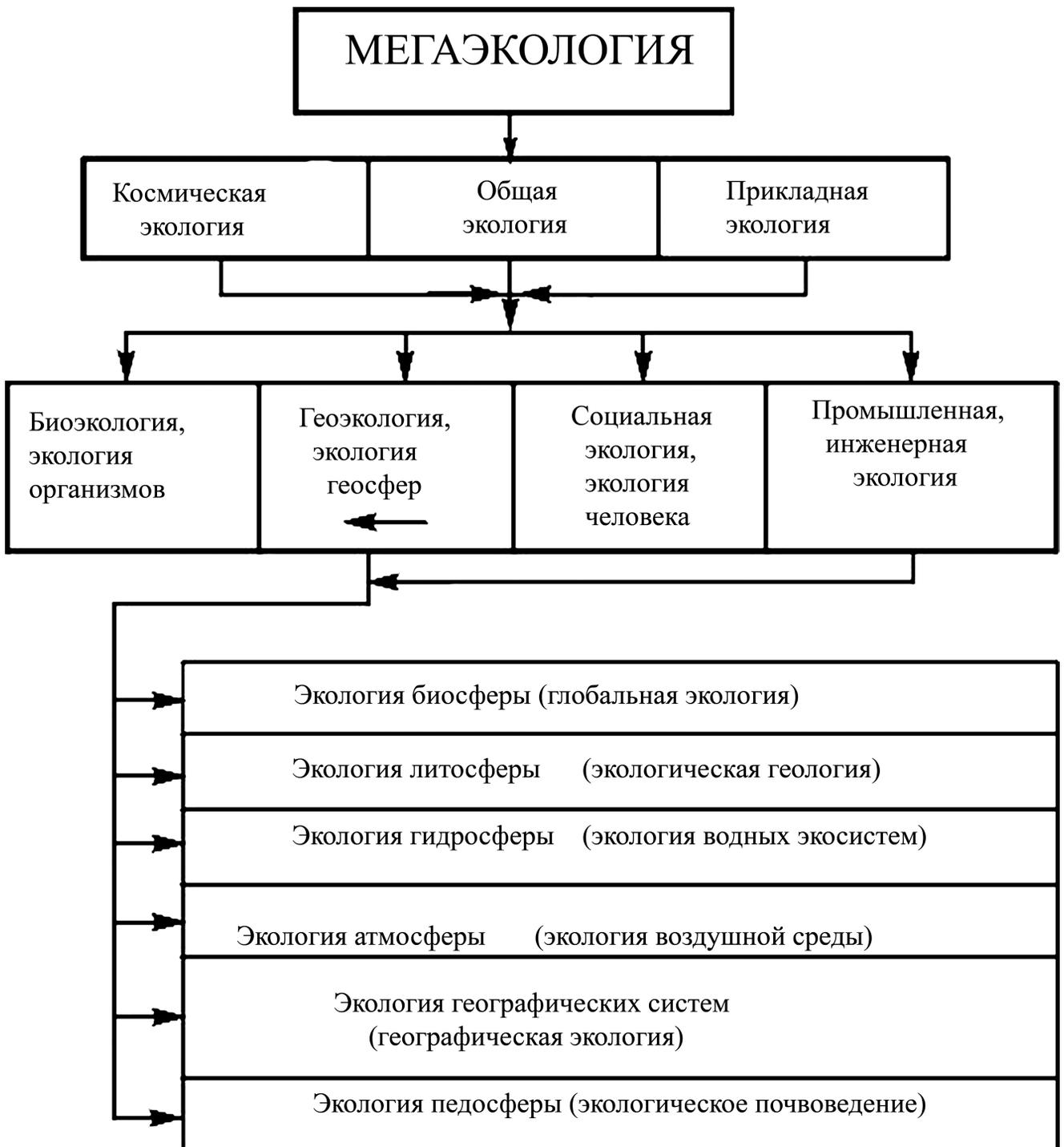


Рис. 2. Структура мегаэкологии и геоэкологии, по В.В. Куриленко (2004)

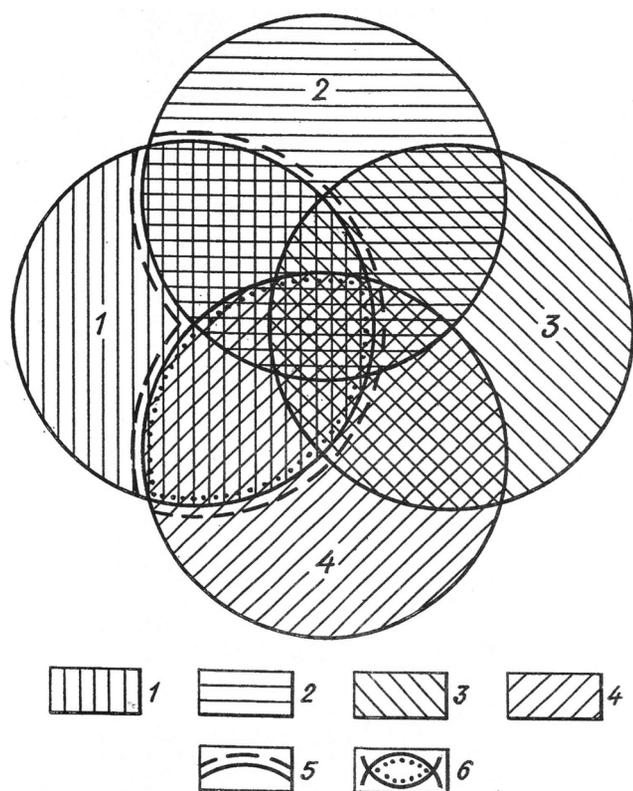


Рис. 3. Соотношение наук о жизни и абиотических сферах Земли, изучающих экосистемы высокого уровня организации, и формируемые ими общие предметные и объектные поля, по В.Т. Трофимову (2006): 1 – науки о жизни; 2 – науки об атмосфере; 3 – науки о поверхностной гидросфере; 4 – науки о литосфере; штриховая линия очерчивает границу совместных объектных и предметных полей наук о Земле и Жизни, т.е. предметное поле геологии

ческих систем (географическую экологию) и экологию педосферы (экологическое почвоведение).

В отношении этих подходов В.Т. Трофимов (2009) высказал две позиции: 1) можно ли использовать термин «экология» применительно к абиотическим сферам Земли? 2) названия структурных разделов, приведенные выше в скобках, построены на разных принципах; логичнее было бы отразить в них экологически ориентированные стороны той или иной абиотической сферы; не будет ли более естественным называть науки, их изучающие, с прилагательным «экологическая(ое)», как это сделано в названиях «экологическая геология», «экологическое почвоведение»?

В.Т. Трофимов (2009) констатировал, что выделение в структуре геологии лишь экологических геологии, географии и почвоведения сужает объем геологии как междисциплинарной науки. Объем геологии В.Т. Трофимов рассматривал как поле пересечения наук о жизни, атмосфере, поверхностной гидросфере и литосфере (рис. 3). По его мнению, во всех науках, изучающих такой объект, правомерно формирование экологически ориентированных направлений, которые следует называть с использованием прилагательного «экологическая»: экологическая физика, экологическая

география, экологическая геология, экологическая химия и т.п. И в этой ситуации нет никакой необходимости считать физику почв геоэкологией почв, физику атмосферы – геоэкологией атмосферы, физику гидросферы – геоэкологией поверхностной гидросферы, как предлагал В.И. Осипов (Трофимов, 2009).

Теоретические задачи современной геоэкологии

В геологической литературе задачи геоэкологии как междисциплинарной науки сформулированы В.Т. Трофимовым и Д.Г. Зилингом (Теория и..., 1997). В их число включены следующие: 1) изучение изменений экосистем и их функционирования под влиянием эволюции природы и техногенеза; 2) разработка теории и методов оценки устойчивости экосистем к техногенным воздействиям; 3) разработка методов и способов управления состоянием и свойствами экосистем высокого уровня организации с целью сохранения их функциональной деятельности; 4) соучастие в разработке экологически чистых и безотходных технологий; 5) обоснование природоохранных мероприятий для защиты экосистем от воздействия негативных и катастрофических природных и антропогенных процессов.

В качестве прикладных задач В.Т. Трофимовым и Д.Г. Зилингом (Теория и..., 1997) названы: 1) обоснование рационального природопользования для нормального функционирования экосистем; 2) изучение влияния техногенного загрязнения природных сред на биоту; 3) соучастие в управлении экосистемами для обеспечения экологических, социально-экономических, нравственных, культурно-исторических и медико-биологических требований.

В.И. Осипов (1997) современные, с его точки зрения, приоритеты геоэкологии сгруппировал в три направления, каждое из которых включает в себя ряд проблем.

Направление 1. Анализ изменения геосфер под влиянием природных и техногенных факторов и разработка путей уменьшения этих изменений:

- мониторинг состояния атмосферы, литосферы и гидросферы с целью изучения изменения жизнеобеспечивающих функций окружающей среды;
- прогноз глобальных климатических изменений под влиянием природных и антропогенных факторов и их влияние на состояние геосфер Земли;
- разработка теории и принципов оценки геоэкологической устойчивости геосфер Земли к действию природных и техногенных факторов;
- анализ изменения ландшафтов урбанизированных, сельскохозяйственных и горнодобывающих районов, деформирования поверхности Земли в результате отбора воды, газообразных и жидких полезных ископаемых, подработки территорий;
- анализ изменения режима поверхностных и подземных вод и связанных с ними процессов переувлажнения и обезвоживания территорий, при-

водящих к подтоплению, заболачиванию, опустыниванию, засолению почв, суффозии, карсту, площадной и линейной эрозии и т.д.;

– разработка теории оптимального функционирования природно-технических систем и создание нормативно-законодательной базы для экологически безопасного размещения элементов техносферы;

– безопасное захоронение токсичных и радиоактивных отходов;

– разработка критериев и требований геоэкологической экспертизы.

Направление 2. Рациональное использование водных, земельных, минеральных и энергетических ресурсов Земли:

– установление предельных норм изъятия возобновляемых природных ресурсов;

– применение комплексных и природоохраняющих способов добычи и переработки невозобновляемых природных ресурсов;

– сохранение почв от истощения, деградации, эрозии и засоления;

– защита от загрязнения и сохранение ресурсов питьевых вод;

– рациональное потребление энергетических ресурсов и поиск новых источников энергии;

– рекультивация нарушенных земель, утилизация отходов горнодобывающих, промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

Направление 3. Природные и природно-техногенные процессы и явления в геосферах Земли и их экологические последствия:

– влияние гелиофизических процессов на биосферу Земли;

– аномалии во внешних сферах Земли (атмосфере, гидросфере) и катастрофические природные явления;

– экологические последствия эндогенных и экзогенных природных и природно-техногенных процессов и явлений;

– геохимические и геофизические патогенные аномалии Земли, естественные и искусственные геохимические барьеры;

– прогноз и предупреждение опасных природных и природно-техногенных процессов и явлений;

– разработка мероприятий по снижению негативных экологических последствий от природных и природно-техногенных процессов и явлений в геосферах Земли (Осипов, 1997, с. 8–9).

Казалось бы, здесь все хорошо: обособлены приоритеты и названы направления исследований. В каждом из них выделены проблемы (на самом деле, задачи), ряд которых сформулирован как экологически ориентированные, но значительная, большая их часть – как предметные задачи уже устоявшихся конкретных наук (геологии, инженерной геологии, почвоведения, географии и т.п.) без какого-либо экологического акцента, без указания на необходимость оценки возможного влияния на живое (биоту). Подавляющая часть сформулиро-

ванных им задач прагматически ориентирована; многие из них являются предметно-традиционными для отдельных геологических, геофизических, географических и других наук, междисциплинарная интеграция в них не просматривается.

Принципиально по-иному сформулировал главную теоретическую проблему геоэкологии В.В. Куриленко (2004): в качестве таковой он назвал необходимость изучения экологических функций геосферных оболочек Земли.

Развивая этот подход, В.Т. Трофимов (2005б) следующим образом сформулировал общие задачи исследования экологических функций абиотических сфер Земли, в которые входят:

– создание классификаций экологических функций всех абиотических сфер Земли, построенных на едином теоретическом подходе;

– характеристика современных морфологических особенностей экологических функций литосферы, педосферы, атмосферы и поверхностной гидросферы в соответствии с позициями, заложенными в их классификации;

– оценка глобального, регионального и локального влияния экологических функций каждой сферы Земли и их сочетания на биоту в целом и человеческое сообщество;

– установление закономерностей современного развития экологических функций литосферы, педосферы, атмосферы и поверхностной гидросферы под совместным воздействием природных и антропогенных (техногенных) причин;

– исследование роли техногенеза в трансформации природно-сформированных экологических функций каждой из абиотических сфер Земли;

– обоснование управляющих действий, направленных на уменьшение или ликвидацию негативных воздействий, наносящих вред экологическим функциям и биоте (Трофимов, 2005а, б, 2006, 2008).

Следует подчеркнуть, что теоретические задачи геоэкологии, как правило, публично редко обсуждаются на конференциях и затрагиваются в публикациях. Очень широко представлены работы, связанные, главным образом, с оценкой измененности тех или иных объемов абиотических сфер Земли под влиянием деятельности человека (см., например, публикации в журнале «Геоэкология», труды различных совещаний).

Об актуальности изучения влияния параметров абиотических сред на состояние биоты

Вопрос о том, изучать или не изучать влияние абиотических сфер Земли на состояние биоты при геоэкологических исследованиях, является чрезвычайно важным. И если представители географических наук и почвоведения отвечают на него положительно, то геологи имеют по этому поводу различные точки зрения. Судя по содержанию ранее приведенных определений термина «геоэкология», В.Т. Трофимов, Е.А. Козловский, Д.Г. Зи-

линг, С.В. Клубов, В.В. Куриленко, Л.Л. Прозоров считают необходимым оценивать влияние геологических факторов на живое, а представители литосферного (К.И. Сычев: «...наука, изучающая... закономерные изменения в литосфере, происходящие под влиянием...») и геосферного (В.И. Осипов: наука, изучающая «неживое (абиотическое) вещество геосферных оболочек Земли...») подходов на это прямо не указывают и занимают отрицательную позицию. При производственных работах многие геологи не проводят оценку влияния геологических факторов на биоту, ограничиваясь, главным образом, изучением изменений «геологической среды» под влиянием техногенеза или – в лучшем случае – природных и техногенных причин этих изменений (Трофимов, 2009, 2012).

Вторая из названных позиций геологов, с точки зрения В.Т. Трофимова (2009), принципиально ошибочна. Дословно геоэкология – это экология Земли. И изучение влияния абиотических сфер на биоту является обязательным по определению.

В.Т. Трофимов (2009) полностью согласен с теми, кто принял и отстаивает указанную позицию, в частности с В.В. Куриленко, который по этому поводу писал: «В случае геоэкологического подхода все компоненты природных систем при комплексном их изучении вместе с биотической компонентой, включая человека, представляются равнозначными. В связи с этим без наличия биотической компоненты любое экологизированное научное направление, в том числе и геоэкология, теряет право на свое название, так как игнорирование живого вещества как объекта исследования несовместимо с экологической наукой в любом аспекте. Отсюда именно наличие биотической компоненты, включая человека, может являться определяющим при установлении сущности любого экологически ориентированного научного направления» (Куриленко, 2004, с. 50–51).

О приоритетных группах факторов, изучаемых при проведении геоэкологических работ

В современной геоэкологии в геологии (и не только) существуют две принципиально различные позиции: изучать только антропогенное воздействие на систему и его результаты или исследовать и природные, и антропогенные воздействия. Сторонники первой позиции (например, авторы «Основ геоэкологии» (1994)) аргументируют ее тем, что к природным воздействиям экосистемы якобы адаптировались.

Однако это традиционное заблуждение, ведь подавляющая часть катастрофических событий обусловлена сугубо природными процессами и явлениями, т.е. землетрясениями, извержениями вулканов, селями, оползнями, наводнениями, цунами, ураганами и т.п. Да и следует напомнить, что мощность антропогенного воздействия и на современном этапе развития нашей цивилизации намного

меньше мощности природных воздействий. Поэтому подавляющая часть исследователей подчеркивают, что геоэкология должна изучать влияние и природных, и антропогенных воздействий и их последствий как для абиотических сфер Земли, так и для биоты (Голубев, 1999, 2002; Горшков, 2001, 2005, 2010; Козловский, 1989; Куриленко, 2002, 2004; Осипов, 1997; Трофимов, Зилинг, 2002; Трофимов и др., 1994).

На вопрос о необходимости учитывать разные по генезису типы воздействия на экосистемы в геоэкологии теоретически должен быть дан однозначный ответ. Само существование этого вопроса является одной из причин «многоликости» современной геоэкологии.

Учение об экологических функциях абиотических сфер Земли как перспективный тренд развития теоретических основ геоэкологии в геологии

Междисциплинарный характер геоэкологии, как следует из приведенных ранее определений и рассмотрения структуры геоэкологии, постулирован многими авторами. Однако этот вопрос разработан крайне слабо.

О междисциплинарности геоэкологии в какой-то степени писали и пишут в основном в учебниках. В них роль каждой отдельной абиотической сферы для биоты, включая человека, показана рельефно, в соответствии с традиционным геолого-географическим знанием, а роль суммарной трансформации этих сфер под воздействием природных и техногенных процессов и ее влияние на биоту – значительно слабее.

Причин существования данных тенденций много (Трофимов, 2005а, 2006, 2008), среди них логично выделить две основополагающие:

1) различный подход исследователей, часто узко-профессиональный («цеховой»), к определению содержания геоэкологии и других ее атрибутов как науки; стремление одних исследователей сохранить первоначально введенное содержание термина «геоэкология», а других придать ему новое содержание, причем совершенно разное по объему;

2) отсутствие до настоящего времени четкой формулировки *теоретических основ* геоэкологии, ее новой терминологической базы как атрибута междисциплинарной науки.

Первая причина становится совершенно ясной, если знаешь профессию автора предложения. Например, географ К.М. Петров (1994) считает геоэкологию экологизированной географией, а геологи С.В. Клубов и Л.Л. Прозоров (1993) – геологической наукой. Да и В.И. Осипов (1997), признавая геоэкологию междисциплинарной наукой, как геолог настаивает, что в центре ее внимания находится верхняя часть литосферы и процессы, происходящие в ней.

Но главной в содержательном отношении является вторая причина. Именно неразработанность теоретических основ геоэкологии, отсутствие чет-

кой формулировки ее понятийной базы позволяют существовать широкому спектру взглядов на содержание геоэкологии. Именно поэтому высказываются представления, в которых объект этой междисциплинарной науки рассматривается в диапазоне от экосферы до геологической среды, структура и задачи формулируются совершенно по-разному, а отношение к необходимости оценивать влияние абиотических сред на биоту принципиально различается. Это часто приводит к неправильному определению специальности диссертационных работ, которые по всей России защищают в специализированных советах по специальности 25.00.36 – геоэкология (Ответы главного..., 2005).

Выход из современного «многоликого» состояния геоэкологии один – он заключается в разработке ее теоретических основ путем широкого публичного и многоэтапного обсуждения всех фундаментальных позиций науки, включая ее новую терминологическую экологически ориентированную базу (как необходимый атрибут новой науки). Организацию разработки этих вопросов должен взять на себя Институт геоэкологии РАН – головной институт в системе РАН, в структуре которого в настоящий момент – при наличии большого числа лабораторий – лаборатория теоретических (или теоретико-методологических) проблем геоэкологии, или просто лаборатория геоэкологии, отсутствует (Институт геоэкологии..., 2007).

В.И. Вернадский (1981, 1989), создав учение о биосфере, выделил девять биогеохимических функций живого вещества. К ним относятся: а) газовая; б) кислородная; в) окислительная; г) кальциевая; д) восстановительная; е) концентрационная; ж) разрушения органических соединений; з) восстановления органических соединений; и) функция метаболизма и дыхания организмов. Позже А.И. Перельман, А.В. Лаппо, А.А. Ярошевский и другие авторы развили учение В.И. Вернадского о функциях живого вещества. К их числу были отнесены также энергетическая (А.В. Лаппо) и продукционная (А.А. Ярошевский) функции. Весь результат работы планетарной биоты С.П. Горшков (2001, 2005) назвал экологическими функциями живого вещества, поскольку все они, так или иначе, необходимы для поддержания и оптимизации его среды обитания. Им же (Горшков, 2005) описаны энергетическая, газовая, почвенно-элювиальная, водоочистительная, водорегулирующая, концентрационная, транспортная и деструкционная функции живого вещества.

Подчеркнем, что это понятие опирается на философское определение функции (от лат. *functio*): «отношение двух (групп) объектов (в нашем случае компонентов абиотических сфер Земли и биоты), в котором изменение одного из них ведет к изменению другого»; либо «функция может рассматриваться с точки зрения следствий, вызываемых изменением одного параметра в других параметрах объекта» (в нашем случае изменение

абиотических компонентов экосистемы и вызываемых ими изменений в ее биологической составляющей).

Следует подчеркнуть, что представления об экологических функциях разных абиотических сфер развиваются уже давно. Понятие «экологические функции почв» ввели в почвоведение Г.В. Добровольский и Е.Д. Никитин, посвятив этой проблеме несколько специальных монографий (Добровольский, Никитин, 1986; Никитин и др., 1982). В геологию представление об «экологических функциях литосферы» было введено в 1994 г. В.Т. Трофимовым и Д.Г. Зилингом (1995). Дальнейшее развитие данного учения позволило В.Т. Трофимову предложить рассматривать его как фундаментальный базис геоэкологии.

Под *экологическими функциями абиотических сфер Земли* В.Т. Трофимов понимает все многообразие функций, определяющих и отражающих роль и значение этих геосфер, включая их состав, объем, динамику функционирования, геохимические и геофизические поля, в жизнеобеспечении биоты, в первую очередь человеческого сообщества (Трофимов, 2005б).

Это представляется правомерным, поскольку основное, с рассматриваемой точки зрения, предназначение всех абиотических сфер Земли – литосферы, педосферы, атмосферы и гидросферы – ресурсное и энергетическое обеспечение жизни и развития биоты. Это в полной мере согласуется с идеями В.И. Вернадского, которые еще в 1920–1930 гг. были оформлены им в виде теперь уже признанной всем научным миром концепции биосферы как геологической оболочки Земли, включающей атмосферу, гидросферу и верхнюю часть литосферы (Трофимов, 2005б, 2014).

Основными экологическими функциями абиотических сфер Земли в целом и каждой из них в отдельности, как это было показано ранее применительно к литосфере, являются ресурсная, геодинамическая, геохимическая и геофизическая (рис. 4). В.Т. Трофимов характеризует их содержание следующим образом (Трофимов, 2005б, 2014):

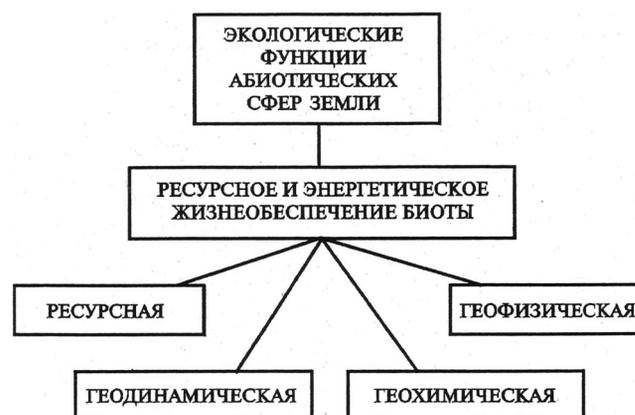


Рис. 4. Назначение и виды экологических функций абиотических сфер Земли, по В.Т. Трофимову (2005а)

— **ресурсная экологическая функция абиотических сфер Земли** определяет роль минеральных, органоминеральных и органических твердых, жидких и газообразных ресурсов литосферы, атмосферы, педосферы и поверхностной гидросферы, а также литосферного, атмосферного и гидросферного пространства для жизни и развития биоты в качестве как биогеоценоза, так и социальной структуры;

— **геодинамическая экологическая функция абиотических сфер Земли** отражает способность литосферы, педосферы, атмосферы и поверхностной гидросферы влиять на условия жизни биоты, ее состояние, безопасность и комфортность проживания человека через природные и антропогенные процессы и явления;

— **геохимическая экологическая функция абиотических сфер Земли** определяет свойства геохимических полей литосферы, педосферы, атмосферы и поверхностной гидросферы природного и техногенного происхождения влиять на условия жизни и состояние биоты в целом, включая здоровье человека;

— **геофизическая экологическая функция абиотических сфер Земли** отражает свойства геофизических полей литосферы, педосферы, атмосферы и

поверхностной гидросферы природного и техногенного происхождения влиять на условия жизни биоты в целом, включая здоровье человека (Трофимов, 2005б, 2014).

Еще раз подчеркнем, что содержание геоэкологии XXI в. — поле пересечения наук о жизни, атмосфере, поверхностной гидросфере и литосфере (рис. 3).

В качестве актуальных задач геоэкологии выступают: 1) разработка ее терминологии, законов и структуры, определение места в системе наук о Земле и жизни; 2) исследование экологических функций абиотических сфер Земли и их роль в обеспечении жизни биоты; 3) изучение трансформации экологических функций абиотических сфер Земли в эпоху техногенеза и ее влияние на биоту; 4) исследование глобальной роли экологических функций абиотических сфер Земли, последствий взаимодействия этих сфер между собой, техносферой и живым; 5) разработка методических вопросов геоэкологии.

Таким образом, разработка учения об экологических функциях абиотических сфер дает новый вектор эволюции научно-методических основ геоэкологии в XXI в. на базе современных достижений в области наук о Земле.

ЛИТЕРАТУРА

- Вернадский В.И.* Избранные труды по истории науки. М.: Наука, 1981. 359 с.
- Вернадский В.И.* Биосфера и ноосфера. М.: Наука, 1989. 261 с.
- Голубев Г.Н.* Геоэкология. М.: ГЕОС, 1999. 338 с.
- Голубев Г.Н.* Глобальные изменения в экосфере. М.: Желдориздат, 2002. 364 с.
- Горшков В.Г.* Физические и биологические основы устойчивости жизни. М.: Просвещение, 2005. 347 с.
- Горшков С.П.* Концептуальные основы геоэкологии. М.: Желдориздат, 2001. 592 с.
- Горшков С.П.* Наука геоэкология — одна или несколько? // Мат-лы Всерос. науч. конф. «Инновации в геоэкологии: теория, практика, образование». М.: Изд-во Моск. ун-та, 2010. С. 11–15.
- Добровольский Г.В., Никитин Е.Д.* Экологические функции почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. 134 с.
- Институт геоэкологии (ИГЭ РАН). М.: Глосса-Пресс, 2007. С. 1–15.
- Клубов С.В., Прозоров Л.Л.* Геоэкология: история, понятия, современное состояние. М.: ВНИИзарубежгеология: Департамент геоэкологии, 1993. 162 с.
- Клубов С.В., Прозоров Л.Л.* Геоэкология: русско-английский понятийно-терминологический словарь. 2-е изд. М.: Научный мир, 2002. 158 с.
- Козловский Е.А.* Геоэкология — новое научное направление // Геоэкологические исследования в СССР. Докл. сов. геологов / Ред. Е.А. Козловский. М.: Наука, 1989. С. 9–18.
- Косинова И.И.* Геоэкология в разделе естественных наук // Экология, нравственность, здоровье. Воронеж: Российская экологическая академия, 1996. С. 80.
- Кофф Г.Л.* Геоэкология и экологическая ориентация традиционных наук геологического цикла // Инженерная геология сегодня и завтра. Тр. Междунар. конф. 5–7 февраля 1996 г. / Ред. В.Т. Трофимов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996. С. 131–132.
- Куриленко В.В.* Экологически значимые свойства (экологические функции) литосферы и их роль при характеристике эколого-геологических условий жизнедеятельности человека и существования биоты (природной среды) // Науки о Земле и образование: задачи, проблемы, перспективы» / Ред. В.В. Куриленко. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2002. С. 65–68.
- Куриленко В.В.* Экологическая геология: ее роль в науках о Земле и место в структуре экологического знания // Школа экологической геологии и рационального недропользования. Мат-лы 5-й межвузовской молодежной науч. конф. / Ред. В.В. Куриленко. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. С. 45–61.
- Никитин Е.Д., Градусов Б.П., Залогин Б.С.* Проблемы функций биосферы и экологического почвоведения // Жизнь Земли. Геофизика и экология. Т. 17 / Ред. Ю.К. Ефремов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. С. 109–114.
- Осипов В.И.* Геоэкология — междисциплинарная наука об экологических проблемах геосфер // Геоэкология. 1993. № 1. С. 4–18.
- Осипов В.И.* Геоэкология: понятие, задачи, приоритеты // Инженерная геология сегодня и завтра. Тр. Междунар. конф. 5–7 февраля 1996 г. / Ред. В.Т. Трофимов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996. С. 118–120.
- Осипов В.И.* Геоэкология: понятия, задачи, приоритеты // Геоэкология. 1997. № 1. С. 3–12.
- Основы геоэкологии: Учебник / Ред. В.Г. Морачевский. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1994. 352 с.

- Петров К.М.* Геоэкология. Основы природопользования. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1994.
- Сочава В.Б.* Введение в учение о геосистемах. М.: Наука, 1978. 320 с.
- Сычев К.И.* Научное содержание и основные направления геоэкологии // Разведка и охрана недр. 1991. № 11. С. 2–6.
- Теория и методология экологической геологии / Ред. В.Т. Трофимов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 368 с.
- Толковый словарь английских геологических терминов. Т. 1. М.: Мир, 1977. 585 с.
- Трофимов В.Т.* Геоэкология: современное состояние, причины многоликости, постулаты формирования ее нового теоретического содержания // Изв. Секции наук о Земле РАЕН. 2005а. Вып. 13. С. 129–138.
- Трофимов В.Т.* Об экологических функциях абиотических сфер Земли // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 2005б. № 2. С. 59–65.
- Трофимов В.Т.* Постулаты нового содержания геоэкологии // Южно-Российский вестн. геол., геогр. и глобальной энергии. 2006. № 1 (4). С. 3–25.
- Трофимов В.Т.* Экологическая геология, геология окружающей среды, геоэкология – содержание и соотношения // Вести. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 2008. № 2. С. 12–21.
- Трофимов В.Т.* Парадоксы современной геоэкологии // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 2009. № 4. С. 3–13.
- Трофимов В.Т.* Экологическая геология сегодня: достижения и сложности развития // Изв. Секции наук о Земле РАЕН. 2012. № 22. С. 32–51.
- Трофимов В.Т.* Экологические функции абиотических сфер Земли: содержание и значение для формирования теоретического базиса геоэкологии как науки // Геоэкологические проблемы современности. Владимир: ОАО «Аркаим», 2014. С. 28–33.
- Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г.* Экологическая геология в программе «Университеты России» // Геоэкология. 1994. № 8. С. 117–120.
- Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г.* Экологическая геология и ее логическая структура // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 1995. № 4. С. 33–45.
- Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г.* Экологическая геология. М.: Геоинформмарк, 2002. 415 с.
- Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г., Аверкина Т.И.* Геоэкология как термин и междисциплинарная наука // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 1994. № 5. С. 43–55.
- Трофимов В.Т., Королев В.А., Харьковина М.А.* и др. Базовые понятия инженерной геологии и экологической геологии: 280 основных терминов. М.: ОАО Геомаркетинг, 2012. 320 с.
- Чернов В.Г.* Науки геологического цикла. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996. 224 с.
- Экологические функции литосферы / Ред. В.Т. Трофимов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2000. 432 с.
- Trofimov V.T., Kurilenko V.V.* Ecological functions of the abiotic spheres of the earth: The content and significance for the formation of a new theoretical basis of geocology // Moscow Univ. Geol. Bull. 2015. Vol. 70, N 3. P. 270–279.
- Troll C.* Luftbildplan und ökologische Bodenforschung // Z. Ges. Erdkunde zu Berlin. 1939. H. 7–8. S. 241–298.

Сведения об авторах: *Трофимов Виктор Титович* – докт. геол.-минерал. наук, профессор, зав. кафедрой инженерной и экологической геологии геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* trofimov@geol.msu.ru; *Барaboшкина Татьяна Анатольевна* – канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр. лаб. экологической геологии геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* baraboshkina@mail.ru; *Харьковина Марина Анатольевна* – канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр. лаб. экологической геологии геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* kharkina@mail.ru; *Жигалин Александр Дмитриевич* – канд. геол.-минерал. наук, вед. науч. сотр. лаб. экологической геологии, геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* zhigalin.alek@yandex.ru