

ЛИТЕРАТУРА

1. *Интриллигатор М.* Математические методы оптимизации и экономическая теория / М. Интриллигатор. — М. : Прогресс, 1975. — 597 с.

2. *Андреева Е. А.* Вариационное исчисление и методы оптимизации : уч. пособие / Е. А. Андреева, В. М. Цирулева. — Тверь : Твер. гос. ун-т, 2001. — 576 с.

3. *Асеев С. М.* Принцип максимума Понтрягина и задачи оптимального экономического роста / С. М. Асеев, А. В. Кряжковский. — Тр МИАН, 2007. — Т. 257, 3—271.

Воронежский государственный университет

Белюсова Е. П., кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры нелинейных колебаний

E-mail: e.p.belousova@gmail.com

Тел.: 8 (473) 220-86-49

Портных Р. А., бакалавр факультета ПММ

Тел.: 8 (473) 220-86-49

УДК 574.03+624.131

В. Л. Бочаров

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПАТТЕРНЫ И СОВРЕМЕННОЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ

(Статья публикуется по решению редакционной коллегии с целью обсуждения проблемы экологизации естественных наук)

Аннотация: для современного этапа развития естествознания, характеризующегося динамичностью взаимоотношений человека и биосферы, свойственно формирование новой тенденции — экологизации естественных наук. Это связано как с проникновением экологических факторов в сложившуюся систему знаний, так и с применением естественнонаучного знания для решения конкретных экологических или природоохранных проблем. В качестве междисциплинарной экологизации особенно характерен пример возникновения такой смежной области знаний, как геоэкология, имеющей широкое распространение в геологических, географических, почвенных исследованиях.

Ключевые слова: геология, геоэкология, экологическая геология, экологическое почвоведение, естествознание, паттерны, экологизация науки.

UDK 574.03+624.131

V. L. Bocharov

ECOLOGICAL PATTERN AND MODERN SCIENCE

(Article is published according to the decision of editorial board for the purpose of discussion of a problem of greening of natural sciences)

Abstract: the present stage of science development is characterized by dynamic relationship between man and the biosphere. It is forming a new trend - the ecologization of the natural sciences. This is due to the penetration of environmental factors into existing system of knowledge and with the use of scientific knowledge to solve specific ecological or environmental problems. Typical example of an interdisciplinary ecologization of such a related field of knowledge is geoecology, having widespread in geological, geographical, soil investigations.

Keywords: geology, geoecology, environmental geology, environmental soil science, natural science, patterns, the ecologization of science.

Введение

На рубеже XX—XXI веков резко возросла техногенная трансформация окружающей природной среды, вызванная добычей и переработкой полезных ископаемых, бурным развитием атомной энергетики, созданием водохранилищ. Экологические проблемы достигли глобального масштаба и приобрели в настоящее время мировую значимость. Значительная часть природных и техногенно-природных экосистем оказались в неустойчивом, кризисном состоянии. В этой связи экология как наука приобретает аспекты не только биологической, но и социальной, экономической и политической направленности. Как отмечал в свое время В. И. Вернадский [3], изучение процессов, протекающих в ноосфере, должно учитывать закономерности всех естественных наук, что позволит в конечном итоге обеспечить стабильное состояние природной среды и улучшение качества жизни населения.

В настоящее время экология стала одной из самых приоритетных дисциплин в современной биологии и базисной для многих наук естественного профиля [6]. Сложился современный понятийный аппарат, используются новые методологические подходы, определены основные направления деятельности человечества, связанные с сохранением и улучшением окружающей среды в процессе его производственной деятельности. На ряду с традиционными популяционным и экосистемным подходами в последнее время активно развивается паттерный понятийный аппарат, позволяющий рассматривать экологию как науку, которая призвана изучать взаимоотношения организмов и среды во всем их разнообразии.

Паттерн (от латинского *patronus*) — это хорошо сформулированное и эффективное типовое решение программной проблемы. В практическом применении — это схема-образ, действующая как посредствующее представление, благодаря которому в режиме одновременности восприятия и мышления выявляются закономерности, как они существуют в природе и обществе [1, 4, 5].

Экологизация естественных наук и паттерны естественной (эволюционной антропогенной и прикладной (оптимизационной) геоэкологии)

Для разных этапов развития естествознания характерны определенные тенденции, которые оказывали существенное воздействие на ориентацию не только естественных, но и гуманитарных и технических наук. Особенности динамики взаимоотношений человека и биосферы обусловили формирование новой тенденции — экологизации науки, связанной с проникновением абиотических и биотических экологических факторов в сложившуюся систему знаний [8]. В настоящее время можно выделить внутридисциплинарный экологический паттерн (учение о биосфере внутри конкретной научной дисциплины), междисциплинарный экологический паттерн (возникновение таких смежных областей знаний как экологическая физика, экологическая химия, микология и др. в естествознании; экотехника, экокибернетика и др. в техникознании; экоэкономика, экоправо, экоспихология и др. в гуманитарных областях знаний) и проблемный экологический паттерн (применение экологических знаний для решения конкретной естественнонаучной или природоохранной проблемы, [7]).

Несмотря на принципиальные различия между этими тремя типами процесса экологизации, между ними есть общее, а именно, их объединяет междисциплинарный подход (или принцип) при изучении особенностей материального мира. В настоящее время междисциплинарные (или межпредметные) связи развиваются и укрепляются практически между всеми компонентами общечеловеческой культуры (естественнонаучной и гуманитарной). Это обусловлено в первую очередь не только и не столько использованием основных форм (чувственная и рациональная) и общих методов (индукция и дедукция, анализ и синтез, абстрагирование, моделирование и системный анализ) естественнонаучного познания, сколько самой сущностью особенностей неживой и живой природы.

Среди естественнонаучных знаний, получивших особый стимул развития под воздействием современной экологической ситуации, следует считать науки о Земле,

которые непосредственно связаны с возникновением новых научных направлений в области геофизики, геологии, математической и физической географии, геохимии, почвоведения и т. п. [1]. К сожалению, в иерархии современного научного знания дисциплины, относящиеся к наукам о Земле, традиционно считались аутсайдерными. С ними обычно не связывались представления, способные (как это принято в физике, химии или биологии) произвести радикальные изменения в сложившейся картине мира. География и геология ориентировались преимущественно на то, чтобы описывать и классифицировать пространственные природные системы. При этом не учитывалась также их временная эволюция. В настоящее время экологическим аспектам геологии уделяется значительно больше внимания [2, 4]. Рассматривая биосферу как своеобразную оболочку нашей планеты, включающую в себя всю совокупность живых организмов и область их распространения на Земле, следует иметь в виду, что биосфера является открытой системой, связанной с другими геосферами, а также с процессами, протекающими в глубинах планеты. Установлено, что атмосфера, гидросфера и верхняя литосфера, входящие в состав биосферы, выделились из недр основного тела Земли в процессе ее длительного развития. Дальнейшая эволюция биосферы во многом будет определяться жизнью земных недр. Их активность проявляется в форме извержений вулканов, землетрясений, перемещений земной поверхности, изменений радиационного и магнитного полей Земли, являющихся важнейшими абиотическими экологическими факторами. Периодическое прерывание длительных эпох равномерной эволюции относительно кратковременными революционными скачками, характерное для развития жизни на Земле, обусловлено особенностями различных земных и космических процессов. Все эти представления необходимы для осознания целостности и взаимосвязанности окружающего нас мира, а также закономерностей становления и развития жизни [3].

Геоэкология, как междисциплинарный экологический паттерн имеет дело не с Землей в целом, а лишь с относительно тонкой поверхностной оболочкой, где пересекаются

геосферы (атмосфера, гидросфера, литосфера и биосфера), и где живет и действует человек. Из имеющихся нескольких названий этой комплексной оболочки, термин экосфера наиболее точно отражает ее суть, и потому является наиболее подходящим, хотя и пока не общепринятым [3, 4].

Экосфера — это всемирная область интеграции геосфер и общества. Геоэкология — междисциплинарное научное направление, изучающее экосферу как взаимосвязанную систему геосфер в процессе ее интеграции с обществом. Геоэкология появилась, когда деятельность человека стала существенным фактором преобразования Земли. Она основывается на глобальном, общемировом подходе, но на этой основе не меньшее значение имеют проблемы регионального и локального характера.

Число сочетаний понятий и предметов, находящихся в пределах ведения геоэкологии, чрезвычайно велико. В рамках широкого понятия «геоэкология» находятся многие, весьма разнообразные, мультидисциплинарные научные направления и практические проблемы. Неудивительно, что термин «геоэкология» не получил еще общепринятого определения. Потребуется еще некоторое, может быть, значительное время на то, чтобы геоэкология выкристаллизовалась как область научного познания [4].

Геоэкология и природопользование тесно взаимосвязаны: без понимания процессов (как естественных, так и антропогенных) на глобальном уровне невозможно устойчивое использование природных ресурсов, тогда как без понимания проблем использования ресурсов геоэкология оказывается недостаточной. Основное различие между геоэкологией и природопользованием в том, что первое в большей степени направлено на понимание сверхсложной системы, называемой экосфера, в то время как второе больше ориентировано на рациональное использование ее ресурсов. Можно сказать, что геоэкология в большей степени основана на естественных науках о Земле, в то время как природопользование в такой же степени базируется на экономических науках. Но в том и другом случае это междисциплинарные направления, относящиеся и к естественным, и к общественным наукам.

Таким образом, понятие «окружающая среда» антропоцентрично, то есть оно ставит в центр нашего мира человека, забывая о том, что человек это часть природы. Термин «экосфера» более нейтрален, или даже в некотором смысле биоцентричен [4, 6].

Геоэкологические проблемы отличаются, как правило, системностью. Прежде всего, это вытекает из того обстоятельства, что они сами — результат взаимодействия сложных систем, — как геосфер между собой, также как и между геосферами и обществом, то есть они суть сплав естественных, социальных, экономических и политических проблем. Геоэкологические системы это, как правило, сложные саморегулируемые и самоорганизующиеся системы.

Однако многие процессы в геоэкологических системах нелинейны, то есть малое приращение фактора может приводить к непропорционально большим (или непропорционально малым) изменениям результата. В этом смысле можно говорить о паттернах поведения с коннотацией, то есть поведение моделируется или копируется с какого-то другого поведения. Во многих случаях в природно-общественных системах существуют пороги, когда происходит резкое, непропорциональное воздействие в данный момент времени изменение свойств системы, в то время как до и после порога сохраняется линейная зависимость [4].

Значение геоэкологических проблем с середины XX столетия непрерывно возрастает. Возникает потребность в изучении и анализе процессов техногенеза и взаимодействия их с окружающей средой. За этот период появилось и продолжает появляться большое количество новых терминов и понятий. Широкое распространение получил термин «геоэкология», который впервые использовал немецкий ученый К. Тролль в 1939 г. Он употребил этот термин применительно к изучению ландшафтов, наметив геоэкологическое научное направление на стыке географии и экологии. Ряд ученых трактует этот термин как область знаний, изучающую закономерные связи между живыми организмами, в том числе человеком, техногенными сооружениями и геологической средой [2, 3]. Обосновывается понятие экологической геологии, цель которой — ис-

следование экологических проблем верхней части литосферы. Для этого введен термин «экологическая геология» или «экогеология» [9].

Термины и понятия в области изучения экологических проблем внешних геосфер Земли, включая литосферу, превратились в объекты острой дискуссии. Их трактовка в разных научных школах России и зарубежья крайне неоднозначна. Фундаментальные работы В. И. Вернадского о биосфере и ноосфере появились в переводах за рубежом только 20 лет назад. Да и в отечественной литературе они недостаточно глубоко трактуются и понимаются. Разночтение одних и тех же терминов, понятий и представлений в отечественной и зарубежной литературе совершенно очевидно.

Термин «геоэкология» получил в настоящее время весьма широкое распространение. Он входит в название факультетов и кафедр высших учебных заведений, академических и ведомственных институтов, научно-производственных объединений, крупных издательств. В перечне специальностей Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации утвержденном в 2001 году, есть специальности 25.00.36 — геоэкология по защите диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата географических, геолого-минералогических и технических наук. Однако до сих пор термин «геоэкология» истолковывается различными исследователями по-разному. Этот предмет относят к географическим, геологическим или собственно экологическим (биологическим) наукам.

В ряде вузов России в программу обучения введен новый предмет «геоэкология», а в некоторых ведется подготовка специалистов данного профиля.

По нашему мнению, геоэкологию вследствие колоссальной сложности и многогранности заключенной в названии объекта исследования, следует рассматривать, прежде всего, как символ осознанной необходимости синтеза широкого спектра естественных наук и наук о Земле, понимания назревшей необходимости концентрации усилий на одном объекте - геоэкофере, обладающей широчайшим спектром предметов исследования.

В качестве общего предмета исследования геоэкологии, приемлемого для широкого ряда наук, мы склонны рассматривать направленные тенденции эволюционного и антропогенного паттернов жизненно важных экопараметров геоэкологии как системы взаимосвязанных, континуально-дискретных саморазвивающихся зональных и региональных экосфер, образующих целостное единство с долговременно устойчивыми, эволюционно сформированными экопараметрами, принимаемыми за эталонные.

Правомерность обозначения данного предмета исследования вытекает из того, что при определении глубины, масштабов антропогенного изменения природной среды специалисты неизбежно оперируют сравнительными характеристиками современного состояния экопараметра с его долговременно стабильными показателями в условиях среды, не возмущенной антропогенным фактором.

Геоэкология, по нашему мнению, широко междисциплинарное направление, объектом исследования которого является геоэкология — эволюционное двуединство, изучаемое в двух паттернах: геокомплексном, геосистемном, равнозначнокомпонентном и экосистемном, биоцентричном (биоэкология). При этом исследования всех наук концентрируются на одном объекте — геоэкология и предмете исследования — глубиной, всестороннем изучении неуклонно и широко изменяющихся наиболее экологически значимых для сохранения целостности, стабильности, саморегуляции параметров геоэкологии — сферы обитания биоты и человека.

Вследствие глобальности и сложности объекта исследования геоэкологии и широчайшего спектра предметов исследования ни одна из современных наук в одиночку не способна решить нарастающие как снежный ком геоэкологические проблемы. Оспаривание приоритета и тем более заиление права на единоличное владение данной наукой столь же бесперспективно, как и дискуссия, связанная с объявлением биологами права на исключительную принадлежность «охраны природы» в 50—60-е годы XX века. В конечном счете, практически все естественные науки нашли свой аспект исследования в об-

ласти охраны природы. По аналогичному варианту развиваются события и в случае с геоэкологией.

В структуре геоэкологии правомерно выделение трех паттернов естественной (эволюционной антропогенной и прикладной (оптимизационной) геоэкологии).

1. Естественная (эволюционная) геоэкология — синтез знаний об эволюционных (эталонных долговременно-стабильных) экопараметрах структуры, динамических характеристиках эволюционно сложившихся экосистем, ландшафтов, состоящих из компонентов и элементов, балансов и круговорота вещества и энергии, обеспечивающих долговременную их стабильность, саморегуляцию и саморазвитие (равновесие), качество и комфортность для биоты и человека зонально региональных экосфер и глобальной геоэкологии.

2. Антропогенная геоэкология — синтез знаний о глубине, масштабах антропогенного изменения эталонных экопараметров, структурного состава, нарушения динамических характеристик, балансов и круговоротов вещества и энергии в отдельных компонентах, экосистемах, ландшафтах, стабильности качества и комфортности геоэкологии и зонально-региональных экосфер.

3. Прикладная (оптимизационная) геоэкология — синтез знаний, направленный исследования о стратегии и тактике максимально возможного хранения эволюционных экопараметров геоэкологии и зонально-региональных экосфер, предотвращения кризисных, критических и катастрофических нарушений экопараметров. В задачи прикладной геоэкологии также входит разработка и внедрение различных вариантов моделей антропогенизированных сред с оптимальными экопараметрами. Даже краткий перечень основных направлений исследования геоэкологии позволяет сделать вывод о том, что ни одна из современных наук в одиночку не способна решить все поставленные вопросы и свидетельствует о ее широко междисциплинарном характере.

Экология как фундаментальная наука нацеливает на совершенствование эколого-хозяйственного баланса государства, на сбалансированное и гармоничное развитие, содержанием которого является от-

каз от разрушительной индустриальной и потребительской идеологии и принятие стратегии развития, состоящей в кардинальном изменении системы приоритетов и ценностей.

В настоящее время очень распространенным явлением в самых различных сферах жизни, в том числе и в образовании, стала экологизация. С одной стороны, в этом проявляется все возрастающее внимание человеческого общества к экологическим проблемам, с другой, возникает опасение, как бы непрофессиональным подходом не исказить существо самого вопроса. Дело в том, что в одночасье многие стали называть себя экологами, плохо представляя, чем занимается экология как наука, историю ее возникновения и развития.

Заключение

Одним из важнейших условий успешного развития природоохранной деятельности является активное эколого-природоохранное воспитание и образование, однако общая экологическая культура населения в нашей стране остается пока еще низкой [2]. Одна из причин такого положения — недостаток специальной и доступной для населения экологической литературы, что порождает питательную среду для возникновения и распространения всякого рода псевдоэкологических движений, практикующих в своей деятельности экологическое оболванивание масс и экологический шантаж.

В связи с изложенным, необходимо определить комплексный и синтетический характер экологии и ее проблемы, направленность экологического образования и привести в соответствие понятийно-терминологический аппарат.

Выпускники вузов экологической профилизации должны осуществлять многофункциональную деятельность на различных должностных уровнях в сфере природопользования и в особенности на ресурсодобывающем производстве. Им принадлежит приоритетное профессиональное право в решении вопросов экологической безопасности объектов недропользования:

их геоэкологическая паспортизация, экологическая экспертиза, геоэкологический мониторинг и другие формы экологического контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочаров В. Л. Геоэкология как наука: структурирование и тезаурус, современное состояние и перспектива развития / В. Л. Бочаров // Вестник Воронеж. ун-та. Серия «Геология». — 2004. — № 2. — С. 166—171.
2. Бочаров В. Л. Проблемы экологического образования в контексте экологизации естественных наук / В. Л. Бочаров, Л. Н. Строганова // Вестник Воронеж. ун-та. Серия «Проблемы высшего образования». — 2014. — № 3. — С. 20—24.
3. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера / В. И. Вернадский. — М. : АСТ, 2001. — 383 с.
4. Гольдфейн М. Д. Экологизация науки, междисциплинарные связи и взаимодействия / М. Д. Гольдфейн, А. Д. Урсул // Козволюция геосфер: от ядра до космоса. — Саратов : СГГУ, 2012. — С. 18—24.
5. Пианка Э. Эволюционная экология / Э. Пианка. — М. : Мир, 1981. — 400 с.
6. Простаков Н. И. Биоэкология : учеб. пособие / Н. И. Простаков, В. Б. Голуб. — Воронеж : Изд. дом ВГУ, 2014. — 438 с.
7. Реймерс Н. Ф. Природопользование : словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. — М. : Мысль, 1990. — 639 с.
8. Тимошев И. Е. Геоэкологический русско-английский словарь-справочник / И. Е. Тимошев. — М. : Изд-во МГУ, 1999. — 168 с.
9. Трофимов В. Т. Экологическая геология : учебник / В. Т. Трофимов, Д. Г. Зилинг. — М. : Изд-во МГУ, 2002. — 415 с.

Воронежский государственный университет

Бочаров В. Л., доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии

E-mail: gidrogeol@mail.ru