

Экологическая геология как наука. Рассуждения о причинах возникновения и перспективах развития



Для выполнения современных инженерных изысканий необходимо в том числе использовать достижения экологической геологии. В предлагаемой вниманию читателей статье дается краткая характеристика причин обособления среди наук о Земле этого научного направления. Рассматриваются некоторые перспективы его развития. Данная работа отражает личные позиции автора, которые в целом находятся в русле общемировых тенденций, но могут в чем-то не совпадать с точками зрения других специалистов. Приглашаем читателей к дискуссии на затронутые темы.

Григорьева Ия Юрьевна

Доцент кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, кандидат геолого-минералогических наук, г. Москва,
ikagrig@inbox.ru

С момента обособления среди наук геологического цикла *экологической геологии* прошло уже около четверти века, и уже можно подвести некоторые итоги и проанализировать причины ее возникновения и перспективы развития, что и пытается сделать автор в данной статье на основе собственного опыта чтения лекций по соответствующему предмету на Геологическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова.

Причины возникновения экологически ориентированных разделов в различных науках, в том числе и в геологии, были обусловлены общемировыми тенденциями конца XX века и имели прежде всего *социально-экономический характер* [2–5, 13 и др.]. Дело в том, что бурное экономическое развитие многих стран после Второй мировой войны

привело к ухудшению состояния окружающей среды и возникла необходимость решения как локальных, так глобальных экологических вопросов. Это и предопределило «экологизацию» различных областей знаний как в России, так и за рубежом, особенно в конце XX и начале XXI века.

Данному процессу способствовали международные конференции по проблемам охраны окружающей среды, работа Организации Объединенных наций (ООН), в том числе созданной ею в 1983 году Всемирной комиссии по окружающей среде и развитию (WCED), деятельность международной общественной организации «Римский клуб» и разработка первых социально-экологических моделей мирового развития, ориентированных на прогноз изменений биосферы и цивилизации в масштабах планеты или ее крупных регионов. В результате в различных государствах появились министерства по охране окружающей среды и как отдельная отрасль возникло экологическое право [5].

Все это ярко продемонстрировала формулировка семнадцати целей устойчивого развития на юбилейном заседании Генеральной Ассамблеи ООН в конце сентября 2015 года (рис. 1).



Рис. 1. Цели в области устойчивого развития, сформулированные в ходе уточнения «Повестки дня на XXI век» 25 сентября 2015 года на юбилейном заседании Генеральной Ассамблеи ООН [20, 26]

Помимо социально-экономических есть и более глубинные причины возникновения экологической геологии – естественнонаучные, основанные на стремлении к *пониманию единства живой и неживой природы*.

Со школьной скамьи нас учили различать живое и неживое. В действительности же грань между ними весьма условна (например, на уровне вирусов). К тому же невозможно постичь законы природы, изучая по отдельности ее органическую и неорганическую составляющие. Ведь живой и неживой мир построен из одних и тех же химических элементов и элементарных частиц и связан в единое целое через круговорот веществ и энергии в природе [17, 18, 22].

Напомним в связи с этим, что содержимое пространства в целом представляет собой материю, существующую в виде:

- вещественных форм (в виде тел, молекул, атомов и элементарных частиц, которые обладают массой покоя);
- полей (электромагнитного, гравитационного, ядерных сил и др.), посредством которых осуществляются взаимодействия между вещественными формами;
- «переносчиков» этих взаимодействий (фотонов и других квантов полей, не обладающих массой покоя) (рис. 2).

При этом возможны превращения «вещественной» материи в материю поля и наоборот. Ведь они имеют, по сути, единую природу. Например, и составляющие вещество элементарные частицы, имеющие массу покоя, и «переносчики» взаимодействий, не имеющие массы покоя, являются квантованными волновыми образованиями. То есть любая элементарная частица рассматривается как квант возбуждения того или иного квантового поля. Квантовые поля взаимодействуют, и в этом случае их кванты могут превращаться друг в друга [1, 14, 19, 25].

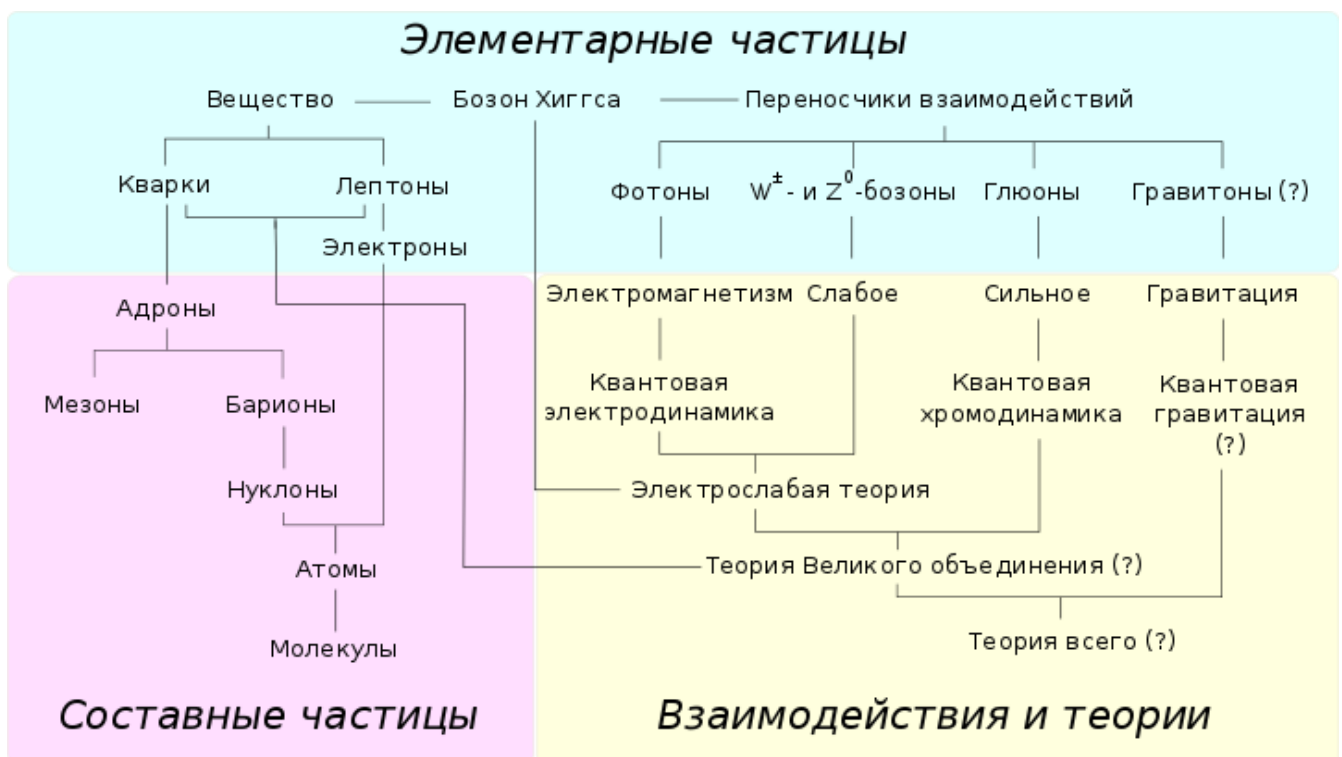
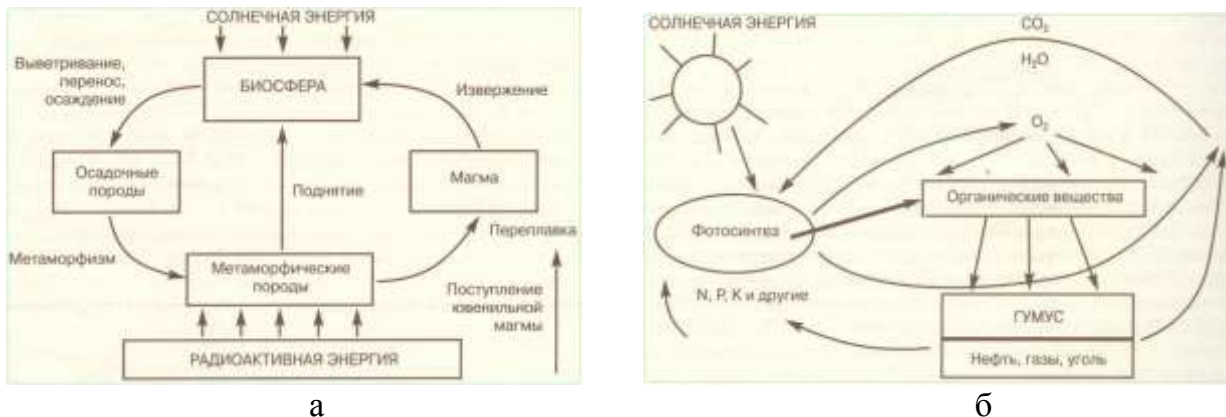


Рис. 2. Пример представления различных семейств элементарных и составных частиц и теорий, описывающих их взаимодействия [19]

При этом общей количественной мерой движения и взаимодействия всех видов материи является энергия, которая также не возникает из ничего и не исчезает, а может только переходить из одной формы в другую. Все изменения состояний материи сопровождаются и изменениями энергии. Например, в недрах Солнца при температурах 10–20 млн градусов происходит превращение водорода в гелий с выделением колоссальных количеств энергии, которые в виде излучения достигают Земли, где под

влиянием солнечного света растения превращают углекислый газ в сложные органические соединения и высвобождают кислород, участвующий в многочисленных процессах окисления в живых и неживых объектах на нашей планете, которые всегда идут с выделением тепла, а иногда и света. И так далее (рис. 3, 4) [1, 14, 19, 23–25].



а

б

Рис. 3. Упрощенные схемы геологического (большого) (а) и биологического (малого) (б) круговоротов веществ и энергии на Земле, неразрывно связанных между собой [23]



Рис. 4. Упрощенная схема круговорота веществ и энергии в глобальной экосистеме Земли [24]

Неразрывная фундаментальная связь между живой и неживой природой на основе изменений и движения материи и энергии и является основной причиной обособления *экологической геологии* – относительно нового направления в геологии, изучающего экологические функции литосферы (ресурсную, геодинамическую, геохимическую, геофизическую), закономерности их формирования и пространственно-временных изменений под влиянием природных и техногенных причин в связи с жизнью и деятельностью биоты и прежде всего человека. Это направление имеет тесную связь с геологией и биологией и одновременно является частью такой междисциплинарной науки, как геоэкология (которая исследует состав, строение, свойства, процессы, физические и геохимические поля геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов и включает также экологическое почвоведение и экологическую географию) [15].

Рассматривая причины возникновения экологической геологии, хотелось бы остановиться еще на одном немаловажном аспекте.

Развитие наук характеризуется взаимодействием двух противоположных процессов – дифференциацией (выделением новых научных дисциплин) и интеграцией (синтезом знаний, объединением ряда наук в дисциплины, находящиеся на их «стыках») [11]. На протяжении истории развития наук их *дифференциация долгое время господствовала над интеграцией*. И узкая специализация в конце концов стала тормозом для обеспечения комфортного и гармоничного сосуществования человеческого сообщества и природы. Науки стали представлять собой подобие библейского Вавилона: люди, строившие единое здание с вершиной до небес, заговорили на разных языках, перестали понимать друг друга и не смогли продолжить свой общий созидательный труд. Советский и российский геолог и историк науки Игорь Васильевич Круть описал эту ситуацию в 1973 году следующим образом: «Позитивная объектно-предметная дифференциация познания и соответствующая ей необходимая узкая специализация отраслей и языков сопровождается негативным изоляционизмом последних и приводит к доминированию в науке ученого-сноба, который игнорирует или даже отрицает возможность и необходимость научного синтеза или в лучшем случае признает лишь редукцию всякого знания к какой-либо одной элитной науке...» [12].

Здесь хотелось бы привести также очень емкое высказывание американского биолога, эколога и общественного деятеля Барри Коммонера из его знаменитой книги «Замыкающийся круг» [3], написанной в 1971 году и переведенной на русский язык в 1974 году: «...Каждый из наших взглядов на природную систему есть только тонкий разрез через сложное целое. Каждый специалист освещает лишь некоторые свойства целого, но общая картина получается искаженной, потому что, рассматривая один комплекс взаимоотношений, мы неминуемо игнорируем многие другие, а ведь в реальном мире все связано со всем» [7].

Для решения задач, связанных с обеспечением правильного взаимодействия человечества и природы, и соответствующей консолидации исследований не по наукам, а по проблемам как раз и стали необходимыми совместные усилия ученых различных профилей, что и привело к «экологизации» научных знаний. А последнее, на взгляд автора, в свою очередь, стало способствовать интеграционным процессам в науках.

Раскрытие причин возникновения экологической геологии позволяет наметить и **основные перспективные направления** ее развития. Приведем лишь некоторые примеры.

Признавая справедливый подход, основанный на выделении в качестве объекта исследований в экологической геологии эколого-геологических систем разных уровней

организации [10], следует отметить, что с естественнонаучной точки зрения весьма перспективным является рассмотрение *взаимосвязанных механизмов функционирования геологических и биологических объектов*.

Так, *на минеральном и горно-породном уровне* необходимо раскрытие и познание в качественном и количественном отношении механизмов взаимного влияния микроорганизмов и процессов гипергенного минералообразования, как это в свое время было сделано, например, в отношении месторождений сульфидных руд и роли тионовых бактерий в их формировании [16]. Подобные исследования имеют большое прикладное значение.

В настоящее время довольно активно развиваются биотехнологии металлов (технологии извлечения металлов из руд, концентратов, горных пород и растворов с использованием микроорганизмов или их продуктов обмена [21]). В связи с этим важным является привлечение знаний из области минералогии и кристаллографии.

Определенный интерес также представляют процессы патогенного минералообразования внутри живых организмов [8].

На уровне геологических формаций (либо на уровне массивов грунтов) на первый план выходят задачи, рассматриваемые в рамках такого раздела экологической геологии, как экологическая геодинамика. Следует отметить, что, обладая хорошо разработанной теоретической базой, этот раздел пока еще мало разработан в содержательном плане. Если принять во внимание, что «...геологические процессы меняют условия среды обитания различных организмов, а следовательно, влияют на состояние и эволюцию экосистем, в том числе на характер, скорость и направленность экологической сукцессии...» [9], то основным направлением исследований в рамках экологической геодинамики должно быть выявление прямых и опосредованных связей в биогеосистемах, в первую очередь воздействия катастрофических геологических процессов на человеческий организм и состояние биоты в целом.

Также должны более широко исследоваться возможности прогнозирования катастрофических процессов на основе биологических предвестников, совершенствоваться методы оценки и анализа рисков неблагоприятных воздействий природных процессов на состояние биоты, развиваться методы анализа влияния параметров геологических процессов на состояние отдельных компонентов эколого-геологических систем (в первую очередь биотической составляющей).

Кроме того, должны активно изучаться особые эколого-геологические системы, в которых в явном виде выражена взаимосвязь двух глобальных круговоротов веществ – геологического (большого) и биологического (малого) (см. рис. 3) [6]. Такими системами, например, являются природные биоминеральные комплексы, в пределах которых дикие животные употребляют в пищу в том числе выветрелые горные породы (рис. 5). Помимо движения химических веществ и соединений в подобных системах немаловажным является анализ их энергетического состояния, поскольку большинство из них приурочено к тектонически активным зонам Земли, характеризующимся аномальными значениями физических полей.

И конечно, нельзя исключить из рамок экологической геологии рассмотрение *социально-экономических вопросов*.



Рис. 5. Кавказские горные козлы, или кавказские туры, употребляют в пищу в том числе выветрелые горные породы в одном из природных биоминеральных комплексов в пределах Кавказского биосферного заповедника (фото Т.А. Подчасовой)

В заключение хотелось бы еще раз подчеркнуть, что экологическая геология представляет собой относительно молодую область научного знания, нацеленную на изучение экологических функций литосферы Земли, то есть на исследование состава, строения, свойств, процессов, геохимических и геофизических полей твердой оболочки нашей планеты как среды обитания человека и биоты. И на сегодняшний день это направление обладает очень большим потенциалом в отношении как фундаментального, так и прикладного развития.

Список литературы и других источников

1. *Алеманов С.Б.* Волновая теория строения элементарных частиц. М.: БИНАР, 2007. 136 с.
2. *Алиев Р.А., Авраменко А.А., Базилева Д.Е. и др.* Основы общей экологии и международной экологической политики / под ред. Р.А. Алиева. М.: Аспект Пресс, 2014. 384 с.
3. *Голубев Г.Н.* Геоэкология. М.: Аспект Пресс, 2006. 288 с.
4. *Горшков С.П.* Концептуальные основы геоэкологии. Смоленск: Изд-во Смоленского гуманитарного университета, 2001. 448 с.
5. *Григорьева И.Ю.* Геоэкология. М.: ИНФРА-М, 2013. 270 с.
6. *Григорьева И.Ю.* Горные породы как необходимый элемент питания живых организмов // Труды 19-й Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и природопользования». Москва, 26–28 сентября 2018 г. М.: Изд-во РУДН, 2018. С. 74–79.
7. *Коммонер Б.* Замыкающийся круг. М.: Гидрометеиздат, 1974. 280 с. [Commoner B. The closing circle: nature, man, and technology. New York: Random House, 1971. URL: <http://www.combussem.com/COMMONER.HTM>.]
8. *Кораго А.А.* Введение в биоминералогию. СПб.: Недра, 1992. 280 с.
9. *Королев В.А.* Инженерная и экологическая геодинамика. М.: Изд-во МГУ, 2004 (электронное издание).

10. *Королев В.А.* Состав, структура и классификация эколого-геологических систем // Ломоносовские чтения – 2019. Секция: Геология. М.: Изд-во МГУ, 2019. С. 1–3.
11. *Кохановский В.П., Золотухина Е.В., Лешкевич Т.Г., Фатхи Т.Б.* Философия для аспирантов. Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. 448 с. URL: <https://www.booksite.ru/localtxt/koh/ano/vsky/40.htm>.
12. *Круть И.В.* Исследование оснований теоретической геологии. М.: Наука, 1973. 207 с.
13. *Осинов В.И.* Биосфера и экологическая безопасность. М.: Изд-во РУДН, 2017. 136 с.
14. Справочник химика 21. Химия и химическая технология. Материя, вещество, энергия // chem21.info. Дата последнего обращения: 28.09.2019. URL: chem21.info/info/1800972/.
15. *Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г.* Экологическая геология. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. 415 с.
16. *Яхонтова Л.К., Нестерович Л.Г.* Зона гипергенеза рудных месторождений как биокосная система. М.: МГУ, 1983. 57 с.
17. helpiks.org/6-37896.html.
18. refleader.ru/ujgujgotryfs.html.
19. ru.wikipedia.org/wiki/Физика_элементарных_частиц.
20. ru.wikipedia.org/wiki/Цели_устойчивого_развития.
21. slovar.wikireading.ru/514434.
22. studfiles.net/preview/2905705/page:4/.
23. studfiles.net/preview/5331438/.
24. studme.org/301544/ekologiya/ekologo_geologicheskie_sistemy.
25. studopedia.ru/3_200629_materiya-veshchestvo-energiya-I-i-II-zakoni-termodinamiki.html.
26. www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/.