

ГЕОХИМИЯ, ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

К.И.Лукашев, В.Б.Кадацкий

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ И ЭВОЛЮЦИИ БИОСФЕРЫ

В ряду наиболее важных общечеловеческих задач стоит и многоплановая проблема сохранения окружающей среды. Именно поэтому вопросы рационального использования природных ресурсов, дальнейшего развития биосферы обсуждаются на различных уровнях как внутри отдельных стран, так и между государствами. Большое внимание этим вопросам уделяют организации ЮНЕСКО. Выполняется программа "Человек и биосфера". В "Заключительном акте по безопасности и сотрудничеству в Европе", принятом в Хельсинки 1 августа 1975 г., содержится особый раздел, посвященный охране окружающей среды.

Такое положение объясняется тем, что антропогенная трансформация природы достигла той степени, которая заставляет объект, ее породивший, т.е. самого человека, задумываться о небезопасности ее дальнейшего бесконтрольного воздействия на существование всей биосферы, на сохранение перспектив жизнеобитания на Земле.

В настоящее время изучение разнообразных проблем биосферы стремительно выходит за рамки узкого круга наук. Ныне специалисты многих направлений заняты решением тех или иных задач, возникающих по мере проникновения в отдельные природные компоненты техногенных материалов и сил; пытаются предсказать состояние биосферы в целом на различные сроки. Тем не менее изучение проблем, относящихся к биосфере, находится еще в начальной стадии, что объясняется главным образом недостаточным знанием механизма чрезвычайно сложных и скрытных природных систем и их реакций на антропогенную деятельность.

Наиболее полно эти задачи разрабатываются биологическими, геолого-географическими науками. Сразу же отметим, что биологические исследования биосферы сводятся в широком плане лишь к проблемам экосферы, т.е. проблемам органического мира и его взаимодействию с окружающей средой. Таким образом, основная ответственность за понимание глобальных процессов, происходящих в верхней пронизанной жизнью оболочке Земли и ее окружении (в биосфере по определению В.И.Вернадского), встает перед частью геологических и географических дисциплин.

Остановимся на четырех основных, по нашему мнению, вопросах.

1. Какие изменения происходят в биосфере в настоящее время? Характер ее современного развития и эволюции.

П. Что необходимо вкладывать в понятие "оптимизация биосферы"?

Ш. Может ли человек управлять развитием биосферы?

1У. Какие вопросы развития и эволюции биосферы заслуживают особого внимания с точки зрения познания основных закономерностей и предвидения возможных ситуаций?

Рассматривая изменения, происходящие в биосфере, вспомним некоторые высказывания В.И.Вернадского о биосфере и ноосфере. В работе "Несколько слов о ноосфере" [1] он писал: "Ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупнейшей геологической силой. Он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни, перестраивать коренным образом по сравнению с тем, что было раньше". И еще: "Ноосфера — последнее из многих состояний эволюции биосферы в геологической истории — состояние наших дней".

Характеризуем лишь основные тенденции развития и эволюции современной биосферы.

В результате поступательного развития техногенной деятельности происходит "сжатие" природной среды и "расширение" культурной среды, соответственно осуществляются разнообразные изменения в окружающей среде [2, 3]:

1) истощаются природные ресурсы (минеральные, водные, почвенные, растительные и животные), часть из которых невосполнима;

2) разрушаются экосистемы (биогеоценозы), характерные для отдельных географических территорий, резко изменяется экологическое равновесие для их биоты, т.е. совокупности растений и животных, связанных в своем развитии и эволюции тесными взаимоотношениями, и возрастает неспособность (в ряде регионов) к восстановлению природных равновесий в ландшафтах, уменьшается возможность дальнейшего воспроизводства отдельных видов растительности и диких животных, адаптированных в итоге вековой эволюции только к определенным условиям природной среды;

3) сокращается биологическая продуктивность естественных ландшафтов в результате вырубki лесов, изменения рельефа земной поверхности, снижения плодородия почв;

4) упрощаются лесные и степные экосистемы, характерные для них сложные естественные сообщества заменяются сравнительно простыми, созданными человеком, в которых доминирует всего несколько видов определенных растений. В результате понижается устойчивость биоценозов, увеличивается зависимость растительного и животного населения от насекомых-вредителей, различных микробных заболеваний, чаще возникают пожары, наводнения и другие катастрофы природного и техногенного происхождения;

5) экосреда загрязняется синтетическими веществами в результате нарастающего потребления химических средств защиты (гербицидов, фунгицидов и других пестицидов) и увеличивающегося поступления в ландшафты токсичных химических и биологических продуктов техногенеза (свинца, ртути, кадмия, стронция и углеводородов), вызывающих отравление организмов и различные инфекционные заболевания, повышается кислотность поверхностных вод, усиливаются различные бактериальные процессы в водоемах, резко изменяются химические условия среды. Многочисленные примеры указанных изменений приводятся в работах [3,6].

Если сравнивать антропогенное влияние с действующими природными силами только в количественном или в энергетическом отношении, то деятельность человека чаще всего оказывается несравнимой с мощностью естественных процессов. Однако здесь имеются тонкости, которые не всегда принимаются в расчет. А именно, воздействие техногенеза на природу имеет больший, если можно так сказать, к.п.д. по сравнению с действующими природными агентами благодаря своей направленности (вольной или невольной) и приуроченности к тонкой географической оболочке на поверхности Земли. Причем в силу своих потребностей человек высвобождает законсервированные природные вещества и энергию, концентрирует их и направляет в локальные участки биосферы. Так, например, в первую очередь эксплуатируются самые продуктивные биотопы, самые богатые залежи полезных ископаемых. Отходы же техногенной деятельности часто с трудом вовлекаются в различные природные круговороты вещества, причем нередко они (отходы) нежелательны или даже вредны для существующих естественных равновесий.

Однако, по нашему мнению, основные проблемы, возникающие в области биосферы в связи с ростом техногенной активности, зависят не только от того, что в результате производственной деятельности создается целый ряд новых материалов, совершенно не встречающихся в естественном окружении, которые в конечном итоге, вовлекаясь в геохимический круговорот веществ, в лучшем случае остаются нейтральными, а зачастую наносят существенные изъяны отдельным компонентам биосферы; не только потому, что в географической оболочке концентрируются некоторые химические элементы, оказывающие угнетающее влияние на многие жизненные формы, не только из-за разнообразных факторов загрязнения, запыления, задымления и прочих. Палеогеографические данные свидетельствуют о неоднократных, имевших место в истории планеты и активно воздействовавших на бывшие биосферы. Сюда можно отнести и неоднократные этапы горообразования, сопровождавшиеся активной вулканической деятельностью со всеми вытекающими последствиями, и климатические изменения в чрезвычайно широких амплитудах и т.д. Тем не менее всякий раз биосфера не только преодолевала возникавшие экстремальные условия, но и активно использовала новые открывающиеся возможности для своего поступательного развития.

Что же в таком случае в человеческой деятельности является экстраординарным для биосферы, что заставляет отдельные ее компоненты, оказывающиеся под прессом техногенеза, деградировать в большей или меньшей степени? Вероятно, будет правильным считать главной причиной лавинность проявления человеческой деятельности и небывалую скорость нарастания ее мощи. Действительно, в природе большинство процессов протекает в таком масштабе, который мы называем геологическим. Антропогенная же деятельность, добываясь в ряде случаев сходных конечных результатов, осуществляется с "невиданными" в природе скоростями.

Некоторые примеры сопоставления скорости и масштабности природных и антропогенных изменений приводятся в таблице.

Если прежде весь ход естественных процессов был для биосферы привычен и позволял при необходимости выработать определенный "иммунитет" против нарастающих неблагоприятных факторов, то столкновение с "мгновенно" возникающими лавинными техногенными воздействиями ведет к тому, что ее отдельные компоненты во многих случаях не успевают выработать защитной реакции и испытывают определенную трансформацию, часто гибельную для живых организмов.

Важнейшими техногенными факторами, влияющими на развитие и эволюцию биосферы, являются быстрый рост населения, расширение индустриально-городских агломераций, интенсивная вырубка лесов и распашка обширных территорий, осушение болот, процессы интенсивной эксплуатации природных ресурсов (включая флору и фауну). В результате этого происходят существенные изменения в природных системах, приводящие к формированию в географической оболочке новой геохимической и геологической обстановки для миграции химических элементов, для процессов выветривания почвообразования и т.д., в конечном итоге создается новая экологическая среда для жизнедеятельности организмов. Эту новую техногенно-биогенную среду на современной стадии развития можно характеризовать как технобиосферу — начало ноосферы, учитывая, что под ноосферой В.И.Вернадский понимает сферу разума, которая должна прийти на смену биосфере — сфере жизни.

С целью рационального использования ресурсов биосферы, охраны и улучшения окружающей среды широко обсуждаются вопросы в плане оптимизации биосферы [5]. Сразу необходимо оговориться, что эта проблема — далеко не разработанная, но смысл понятия "оптимизации" сводится к следующему. Живым организмам и человеку необходима такая экологическая среда, которая бы благоприятствовала их процветанию. Если для процветания дикой флоры и фауны требуется по возможности сохранение естественной среды обитания, то человек нуждается прежде всего в развитии социальной сферы (второй природы), выражающейся в создании производительных сил, способствующих увеличению материальных благ, прогрессу науки и культуры. Удовлетворение все возрастающих потребностей человечества происходит за счет усиливающейся эксплуатации природных ресурсов, в результате чего экологическая сре-

Сопоставление изменений в некоторых компонентах биосферы со сходными результатами антропогенной трансформации (в пределах отдельных ландшафтов)

Конечный результат	Естественные изменения		Антропогенная трансформация	
	причина	скорость протекания процесса	причина	скорость процесса (в сравнении с естественными изменениями)
Исчезновение отдельных видов животных и растений	Эволюция органического мира	От сотен тысяч до 2-3 млн. лет	Перепромысел, изменение экологической обстановки в результате техногенной деятельности и нерационального природопользования	От сотен до нескольких десятков лет, известны примеры в несколько лет
Появление новых видов	То же	То же	Селекция	От сотен до нескольких десятков лет
Смена растительного покрова	Экологическая сукцессия, вековые колебания климата	От сотен до тысяч лет	Распространение с.-х. культур, комплексное воздействие техногенных факторов	От десятков до нескольких лет
Уничтожение растительного покрова	Пожары, наводнения и прочие естественные катастрофы	Мгновенная	Пожары техногенного происхождения, комплексное техногенное воздействие	Мгновенная
Расчленение рельефа; планиция рельефа	Эндогенные и экзогенные факторы	От сотен до тысяч и миллионов лет	Распашка территорий, горно-технические и строительные работы	На много порядков выше
Стратиграфическое и литологическое нарушение горных пород	Тектоника, вулканизм, астроблемы	То же, иногда мгновенная	Горно-технические работы	То же
Обогащение атмосферы, гидросферы и почвенного покрова несвойственными химическими элементами	Вулканизм, миграция химических элементов	Миллионы лет	Добыча и последующее рассеивание химических элементов при промышленном и с.-х. производстве	
Иссушение или обводнение отдельных территорий	Вековые изменения климата	То же	Понижение уровня грунтовых вод или их подъем при мелиоративных работах, при создании искусственных водохранилищ, оросительных систем и т.п.	

* Встречаемость техногенных пожаров на 1-2 порядка выше по сравнению с естественными пожарами.

да как для дикого животного и растительного мира, так и для человека испытывает все возрастающее напряжение и в отдельных случаях в чем-то деградирует. Таким образом, нормальный природный цикл развития и эволюции биосферы существенно нарушается. Можно предполагать, что до тех пор пока биосфера в результате своих возобновляемых и накопленных за миллионы лет ресурсов будет покрывать всевозможные потребности человечества, особых

природных кризисов ожидать не придется. Но сколько это может продолжаться? Высказываются мнения, что часть ресурсов (некоторые полезные ископаемые, химически чистая вода, свободный кислород в атмосфере и т.д.) уже в ближайшем будущем могут быть либо истощены, либо приведены в относительную негодность из-за нерационального хозяйствования. Поэтому вопросы оптимизации среды на основе рационального использования ресурсов требуют безотлагательных действий. Некоторые техногенные порождения, оказывающие отрицательное воздействие, успешно устраняются в настоящее время техническим путем. Так, с загрязнением гидро- и атмосферы все более успешно борются с помощью различных систем очищения стоков, фильтрации выбросов, совершенствования технологии производств, замены особо токсичных агрохимикатов и т.д. По-видимому, для решения этих вопросов будут использованы достижения научно-технического прогресса. Имеются в виду развитие атомной энергетики, применение в качестве энергетического топлива водорода, широкое использование солнечной энергии и т.д.

В заключение по вопросу "оптимизации" необходимо остановиться и на социальных отношениях к биосфере. За длительный период своего существования капиталистический способ хозяйствования показал свою неспособность в создании успешного симбиоза между деятельностью человека и состоянием окружающей среды. Некоторые крупные экологи западного мира сами признают это положение. Таким образом, вопросы успешной оптимизации биосферы закономерно увязываются с социалистической общественной формацией, при которой вопросы рационального использования природной среды возводятся в ранг государственных законов.

Третий вопрос сводится к тому, в какой мере человек может управлять в настоящее время и в ближайшем будущем развитием биосферы.

Что же может человек делать в положительных аспектах?

1. Планировать и осуществлять многие мероприятия по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов.
2. Воздействовать на некоторые локальные природные процессы в интересах экономического и технического развития.
3. Успешно охранять многие виды редких животных и растений.
4. Создавать новые сорта растений и породы животных.
5. Интродуцировать растения и животных в новых для них условиях.
6. Создавать новые культурные насаждения и обогащать ими ландшафты.
7. Во многих случаях успешно вести борьбу с вредителями сельского хозяйства, с переносчиками инфекций.
8. Использовать различные физические, химические, биологические и другие способы повышения продуктивности в естественных и культурных ландшафтах.

В то же время в обозримом будущем человек пока не в состоянии:

1. Управлять сложным и во многом загадочным процессом фотосинтеза — главным энергогеохимическим механизмом создания первичной биомассы.

2. Управлять климатическими режимами и погодой в планетарных масштабах.

3. Управлять во многом еще неизученными геохимическими и физическими процессами в литосфере, атмосфере и гидросфере.

4. Предвидеть последствия тех или иных мероприятий и преобразований и их влияние на человека, растения и животных.

5. Объяснять многие тонкие биологические процессы развития и эволюции организмов, взаимозависимость между организмами и средой. Но разумеется, все это человеку необходимо знать и уметь для того чтобы разумно управлять биосферой, создавать ноосферу.

Последний важный вопрос касается предвидения возможных ситуаций в развитии и эволюции биосферы. Наука последовательно к этому стремится и осуществляется множество мероприятий. В то же время на пути решения этих вопросов возникает много трудностей, которые состоят в сложности и многогранности природных условий, взаимозависимости процессов и явлений. Анализировать, синтезировать и корректировать их мы можем пока лишь на основе восстановления прошлых событий, установления их специфики на весьма условной основе. Таким образом, сказанное свидетельствует о необходимости расширения и повышения уровня наших знаний о закономерностях и процессах в биосфере, моделировании ряда ситуаций дальнейшего развития биосферы и отдельных ее составляющих с учетом всех возможных трансформаций. Однако не исключено гипотетическое перерастание всего комплекса антропогенных трансформаций в качественно новые неблагоприятные изменения окружающей среды, борьба с которыми может потребовать неизмеримых усилий. Дело в том, что для нас пока во многом неясна направленность некоторых природных процессов, от которых существенно зависит развитие биосферы и окружающей среды. В их числе в первую очередь необходимо назвать следующие:

1. Глобальные климатические изменения (здесь можно выделить проблему нового значительного похолодания и проблему иссушения ландшафтов).

2. Проблема баланса кислорода в атмосфере (высказываются гипотезы о возможности уменьшения его запасов).

3. Проблема изменения содержания углекислоты (CO_2) в атмосфере (бытует мнение о накоплении ее в атмосфере за счет техногенеза).

4. Проблема озонового экрана (предполагается, что происходит его разрушение реактивным транспортом и аэрозолями).

5. Проблема оптимальных решений вопросов взаимодействия человека и окружающей среды.

Все это заставляет еще пристальнее изучать закономерности развития биосферы, что в свою очередь позволит предвидеть стра-

тегические изменения природных процессов и приблизить человека к возможности управлять ими.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере. Успехи современной биологии, т. 18, вып. 2, М., 1944.
2. Камшилов М.М. Эволюция биосферы. М., "Наука", 1974.
3. Вадковская И.К., Лукашев К.И. Геохимические основы биосферы. Минск, "Наука и техника", 1977.
4. Методологические аспекты исследований биосферы. М., "Наука", 1975.
5. Экономические проблемы оптимизации природопользования. М., 1973.
6. Эренфельд Д. Природа и люди. М., 1973.

В.Е.Бордон

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПОНЯТИЯ ГЕОХИМИЧЕСКОГО ПОЛЯ И ПРОБЛЕМЫ ПОИСКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩАХ

В последние годы при решении ряда геологических и геохимических проблем особенно широко применяется понятие "геохимическое поле" (ГП). Причем наблюдается много подходов к трактовке этого термина. Среди них можно выделить три главных.

1. Под понятием "геохимическое поле", впервые введенным А.Е.Ферсманом [1, 2], понимается однородная область с большим пространственным (в горизонтальном направлении) накоплением какой-либо группы или ассоциации химических элементов, приуроченных к осадочным породам (например, геохимические поля - фосфоритовые, угольные, нефтяные, солевые и т.д.).

2. Под ГП (нормальным, аномальным) понимается содержание химического элемента или группы элементов в тех или иных местах изучаемой территории. По сути дела здесь "геохимическое поле" - это значения концентраций элементов [3,4].

3. В нефтепоисковой геохимии ГП - это форма распределения в пространстве (не только по площади) количественных характеристик элементов, их изотопов и химических соединений, а также твердой, жидкой и газообразной фаз (5) в определенном объеме, заполненном осадочными породами.

Практически ни одно из толкований термина "геохимическое поле" не включает в его характеристику физико-геологические параметры.

Наиболее полная формулировка ГП дана А.Е.Ферсманом [1], хотя она и близка к понятию "формация" (в смысле формаций полезных ископаемых осадочного генезиса). Однако и это определение не подразумевает геологическую характеристику поля.