

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА И ТЕХНИКА» .

АКАДЕМИЯ НАУК БССР
Институт геохимии и геофизики

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ

1860

Издательство «Наука и техника»
Минск 1976



550
M54
УДК 005.550.4

СОВЕТСКАЯ НАУКА
ИЗДАНИЯ И КНИГИ В СССР
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ

Рецензенты:

доктор философских наук В.И.Горбач, кандидаты философских наук П.А.Водопьянов и А.И.Петрушик

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ
И.И.Урьева. Мин., "Наука и техника", 1976, 56 с.

Под редакцией

Рассматриваются методологические и методические вопросы современной научно-технической революции, проблема развития наук о Земле, истинности научного познания; применение и развитие системного анализа в геологии; методологические аспекты изучения аллювиального литогенеза, социальные и экологические аспекты проблемы "Человек и биосфера".

Книга рассчитана на сотрудников научных, учебных и производственных организаций геологического профиля.

М 20801-144
М 316-76 зак.-76



Институт геохимии и геофизики АН БССР, 1976.

ОТ РЕДАКТОРА

Современная научно-техническая революция налагает существенный отпечаток на развитие наук о Земле. В невиданных ранее масштабах возрастающими темпами увеличивается поток научной информации, значительно расширяется возможность изучения природных объектов и процессов с использованием новых научно-технических средств, включая космические, и решения региональных задач на основе данных о планетарных геологических процессах. Происходит дальнейшая дифференциация наук и научных направлений в изучении Земли, их интеграция с родственными науками. Анализируются современные знания о геологических явлениях, процессах и их продуктах, рождаются новые подходы в научных исследованиях, появляются более совершенные гипотезы.

В этих условиях неизмеримо возрастает роль методологии новых приемов и способов исследований. Вместе с тем методологические проблемы комплекса наук о Земле недостаточно разработаны. Ценные публикации последнего десятилетия, посвященные методологическим и философским проблемам геологической науки, не снижают необходимости дальнейшего методологического и философского осмысливания способов получения новых данных и анализа их результатов, на что в свое время указывал В.И.Вернадский.

В Институте геохимии и геофизики АН БССР в течение ряда лет работает семинар, изучающий методологические вопросы наук о Земле, методологию и методику научных исследований. Материалы этого сборника отражают лишь незначительную часть докладов и сообщений сотрудников Института на этом семинаре.

В предлагаемом сборнике помещены статьи академика АН БССР К.И.Лукашева, доктора геолого-минералогических наук В.А.Кузнецова, кандидатов наук И.К.Вадковской, А.П.Емельянова, Г.Г.Доминикового, А.В.Кудельского и Ю.Н.Кузнецова. В них обсуждаются вопросы методологии, состояние и задачи дальнейшего развития геологических наук, проблемы окружающей среды и геологической роли человека в преобразовании биосфера. Материалы не претендуют на полноту и всесторонность решения затронутых вопросов, хотя в определенной мере восполняют недостаток методологических разработок.

К.И.Лукашев

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И НОВЫЕ
НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Основные аспекты научно-технической революции

В развитии современной научно-технической революции происходит дальнейшее углубление в познание тайн атома, элементарных частиц и ядерных сил. Изучение микромира обуславливает революционные преобразования не только в технике и производстве, но и в методах изучения и использования научных результатов. Создаются научно-технические средства для исследования космического пространства и планет, изучения их геофизических и геохимических свойств. В широких масштабах осуществляется синтез искусственных материалов и сплавов. Познаются механизмы управления сложными биологическими процессами для решения технических, сельскохозяйственных, медицинских и других задач. Все это открывает новые возможности для научно-технического прогресса. Современный научно-технический прогресс характеризуется также быстрым применением результатов открытий наук в производственной деятельности (Лукашев, 1968).

Важнейшие требования, стоящие перед наукой и техникой в наше время, изложены В.А.Обручевым (1970): широко поставить на службу человеку все силы природы, энергию атома, Солнца, ветра, подземное тепло, научиться запасать энергию и доставлять ее в любое место без проводов; уметь изготавливать на заводах все известные на Земле вещества (вплоть до самых сложных белков), а также не известные в природе в количествах, необходимых человеку; лучше предсказывать и обезвреживать стихийные бедствия — наводнения, ураганы, вулканические извержения, землетрясения; научиться управлять погодой.

Кроме этого, по нашему мнению, необходимо научиться проникать в глубинные недра Земли и использовать ее богатства и энергетические силы; овладеть тайнами и силами Вселенной, уметь управлять гравитацией и космической энергией.

Многое из намеченного осуществлено, но еще больше предстоит открыть, изучить и поставить на службу человеку.

Развитие геологической науки

Современный научно-технический прогресс определяет черты геологической науки, рождает новые методы изучения Земли, делает ее теоретические концепции и выводы более объективными, надежными и эффективными в практическом использовании природных богатств (Сидоренко, 1964; Хайн, 1970). Возрастает роль геологических знаний и в создании материально-технической базы нашего общества. На основе этих знаний, прогнозов и открытий рождаются новые: география производительных сил, о путях развития экономики, промышленности, культуры (Ферсман, 1955).

Таким образом, проблема геологических знаний, их роль в современном естествознании и тенденции развития представляют исключительный научный и практический интерес. В этой связи кратко охарактеризуем некоторые новые явления в современной геологической науке.

Космогеология. В результате использования космических методов съемки, изучения Марса, Венеры и Луны возникла новая наука — космогеология, или планетная геология, и ее геохимическое и геофизическое направления (Лукашев, 1974). Эта наука быстро развивается, и сфера ее исследований распространяется уже на кометы, астероиды и другие космические тела, которые до недавнего времени изучались астрономией и астрофизикой. Особенно ощутимы результаты исследования Луны — ее поверхности, состава, возраста пород и минералов, геофизического и геохимического строения литологических зон и др. Например, на Луне найдены минералы, не известные на Земле и отсутствующие в метеоритах; в то же время в лунных образцах не обнаружено признаков воды и окисных форм металлов.

Изучена атмосфера Венеры, в составе которой углекислый газ составляет (в процентах по объему) $97\frac{3}{4}$, азот — не более 2, кислород — не более 0,1, вода — около 12 мг/л. Высокие температуры исключают наличие гидросферы на планете (Виноградов и др., 1972).

На Марсе преобладают отрицательные температуры. Главными компонентами атмосферы являются азот, углекислота (в 2 раза больше, чем на Земле), пары воды (в 1000 раз меньше, чем на Земле) и аргон (вероятно, продукт распада K^{40}). Кислород образуется, по-видимому, в результате фотодиссоциации H_2O .

Данные о балансе химических элементов в земной коре, метеоритах, Луне, атмосфере планет земного типа и на Солнце позволяют

существенным образом уточнять существующие представления о механизме образования планет и их оболочек.

Химический состав звезд, Солнца, метеоритов однороден, распространность элементов, за исключением локальных вариаций, постоянна. Это свидетельствует о сходном механизме образования названных космических тел, несмотря на большое их разнообразие, обусловленное термодинамической и химической дифференциацией. Земля, Луна, Венера, Марс и Меркурий состоят главным образом из металлов и окислов (нелетучих компонентов протопланетного вещества); Юпитер и Сатурн, как и Солнце, содержат большие количества водорода и гелия; Уран и Нептун занимают промежуточное положение между первыми и вторыми.

Механизм образования атмосфер планет солнечной системы тесно связан с расстоянием от Солнца, температурой поверхности планеты и рядом других факторов. Главными компонентами атмосфер больших планет считается метан и аммиак, Венеры и Марса — углекислый газ. Азотнокислородная атмосфера характерна только для Земли: она формировалась в результате эволюции древней атмосферы, в составе которой преобладали аммиак, азот, пары воды, водород и другие газы.

Планеты земного типа имеют следующее строение: Земля — ядро, мантия, кора, гидросфера, атмосфера, биосфера; Венера и Марс — вероятно, кора земного типа с вулканическими кратерами, а также атмосфера: тепличная агрессивного типа (на Венере) и разреженная (на Марсе). Установлено сходство поверхности Меркурия с лунной.

Глобальная геология Земли. Новые страницы вписаны в результаты исследований Мирового океана за последние два десятилетия. Установлено, что в строении земной коры океанического дна значительное место занимают океанические хребты и разломы, простирающиеся вокруг Земли; широко распространен вулканический рельеф — острова, массивы и плато сложены из базальтовых и ультраосновных пород; наиболее мобильными участками земной коры являются зоны расположения современных геосинклиналей (особенно тихоокеанское кольцо); океаническое дно богато различными минеральными ресурсами, преимущественно железо-марганцевыми конкрециями, содержащими редкие элементы.

Исследования Мирового океана позволяют получить новые данные о геологическом строении планеты и ее эволюции. На их основе рождаются новые идеи и гипотезы, революционизирующие геологическую науку.

Глобальная тектоника плит. Изучение этой проблемы существенным образом детализирует выдвинутые ранее А. Вегенером представления о дрейфе континентов. Суть их сводится к следующему. Жесткая верхняя оболочка Земли (кора) разбита на отдельные плиты, которые вместе с пластичной астеносферой могут перемещаться в горизонтальном направлении. В местах, где плиты расходятся, возникают рифтовые зоны и срединно-океанические хребты, а в местах наползания друг на друга формируются геосинклинальные зоны с глубоко-водными желобами, островными дугами и горными сооружениями. По мнению сторонников гипотезы, океаническая кора образуется в процессе гидратации мантийных пород, а континентальная представляет собой продукт ее вторичной переработки и переплавления в местах, где происходило пододвигание литосферных плит в геосинклинальных зонах Земли (Лукашев, Хотько, 1976).

Не все исследователи разделяют положения этой гипотезы, считая ее построения чрезвычайно искусственными, особенно в интерпретации передвижения срединно-океанических хребтов, природы глубоководных желобов и др. Критика гипотезы о мобильности литосферных плит дана, в частности, в работах В. В. Белоусова, А. Meerгофа и Г. Meerгофа, изложенных в книге "Новая глобальная тектоника". В то же время концепции глобальной тектоники плит направляют геологов на новые пути в объяснении закономерностей развития океанов, континентов и в целом планеты и позволяют применять новые подходы и методы в решении этих вопросов.

Новые методы историко-геологического изучения. На совершенно иной основе проводится изучение геофизических и геохимических моделей распределения вещества в ядре, мантии и земной коре. Нами (Лукашев, 1974) рассмотрены главные космогонические гипотезы и геохимические модели образования Земли и ее оболочек, предложенные различными исследователями. Для интерпретации многих космо-геохимических проблем историко-геологического развития Земли и земной коры большое значение имеют накопленные в последнее время данные об абсолютной геохронологии земных пород и минералов, о возрасте метеоритов и Луны. В изучении внутреннего строения Земли, ее вещественного состава, геологических, геофизических и геохимических процессов геология переходит от умозрительных построений к более достоверному анализу геологических явлений, основанному на данных геофизики, геохимии, изотопного и палеомагнитного датирования.

Формирование математической геологии. Новым в развитии геологической науки и использовании ее результатов для объяснения

геологических, геофизических, геохимических и других процессов является возникновение математической геологии, кибернетический подход к изучению сложных природных явлений. Усиливающаяся дифференциация научных знаний и образование пограничных дисциплин (геофизики, геохимии, биогеофизики, биогеохимии и др.) играют большую роль в изучении многих специфических закономерностей строения вещества, его поведения при разных экстремальных условиях. Однако большое количество фактических данных по этим дисциплинам должно объединяться в интегрированные системы знаний для построения общих теорий и руководящих идей.

Возникает необходимость математизации и формализации геологических знаний как основы количественной интерпретации геологических процессов и закономерностей, их моделирования, установления статистических зависимостей и таксономических корреляций разных рангов. Это достигается с помощью математики, кибернетики, электроники, вычислительной техники. Фундаментальными научными понятиями становятся информация и информационная система, включающая в себя меру знаний о веществе и энергии, их формах, константах, критериях и целевую установку решения проблем языком алгоритмов.

Все это требует от геологической науки расширения логико-теоретических и методических средств, разработки схем и понятий, связующих данные разных дисциплин, для возможной их математической обработки с применением вычислительной техники. Главные трудности в развитии этого направления объясняются прежде всего тем, что геологические явления и процессы — самые сложные для математического анализа и моделирования по разнообразию и комплексу информации. Разработка их должна получить конкретное воплощение в решении ряда менее общих геологических задач.

Рождение технической (экспериментальной и технологической) геологии. Достижения в области экспериментальной и технологической петрографии, минералогии, кристаллографии и геохимии открывают новую страницу в технической геологии, главнейшей задачей которой является раскрытие закономерностей образования пород и минералов, поведения химических элементов в различных термодинамических условиях. Уже создаются искусственные минералы и камни, изучаются геологические и геохимические процессы при высоких и сверхвысоких давлениях и температурах.

Научные исследования в области физики и химии высокомолекулярных соединений твердого тела, получения чистых и сверхчистых веществ, катализа, электрохимии, радиационной химии, стекла и си-

ликатов привели к созданию широкого ассортимента новых веществ и материалов, обладающих ценнейшими техническими свойствами. Серьезные успехи достигнуты в производстве искусственного камня — клинкера, кирпича, бетона, керамики, огнеупоров. Ширятся работы по получению стекловолокна и металлокерамики, металлорганических, кремнийорганических и других соединений на минеральной основе, превосходящих по ряду параметров многие природные вещества.

Особые свойства созданных новых синтетических материалов определили огромные успехи в самолетостроении, ракетной технике, освоении космоса и создании атомной промышленности.

В дальнейшем значительно расширится извлечение редких компонентов из отходов производства, сбросовых вод и дымов заводов и фабрик, расширятся пути замены дефицитных химических элементов менее дефицитными. Еще шире будут использоваться, несмотря на рассеянное состояние и низкие концентрации, элементы, содержащиеся в огромных количествах в воздухе (азот, кислород) и морской воде (магний, бром, стронций, рубидий, медь и др.).

Использование новых минеральных ресурсов. Научно-технический прогресс вызывает коренные изменения в добыче и использовании минеральных ресурсов. Расширяется добыча полезных ископаемых (особенно нефти и газа) с больших глубин, в том числе с океанического дна, использование бедных, занимающих господствующее положение, и комплексных руд (для извлечения свинца, цинка, серебра, меди, никеля, кобальта и других элементов), а также горных пород (например, нефелина для извлечения алюминия) и т.д. Технические достижения последних 50 лет позволили извлекать из минералов и горных пород такие элементы и соединения, которые в первой четверти XX века не были известны. Открытие способов деления атомного ядра способствовало увеличению добычи урана, расщепление которого позволило получить не известные в природе трансуранные элементы и радиоактивные изотопы многих известных элементов.

С каждым годом возрастает значение редких металлов, которые составляют около половины элементов в таблице Менделеева. Многие редкие и особенно рассеянные элементы извлекают из руд и отходов производства. Например, рений получают из молибденовых руд, гафний — из циркониевых, радий — из урановых, индий и кадмий — из сбалеритов. Сфалерит, содержащий лишь 0,1% индия, ценится более как индиевая, а не цинковая руда. Важным источником получения редких элементов являются также некоторые горные породы (каменный уголь, соли). Без использования их невозможно развитие современ-

менной техники и промышленности, требующих высокопрочных, кислотоупорных, жаростойких, антакоррозийных и в то же время легких материалов.

Новое в геологии и геохимии биосфера. Еще в 30-х годах XX в. А.Е.Ферсман, изучая процессы воздействия хозяйственной деятельности человека на земную кору, на перераспределение и перегруппировку химических масс на земной поверхности, назвал это явление техногенезом. По его мнению, хозяйственная и промышленная деятельность человека по масштабу и значению сделалась сравнимой с процессами самой природы. Человек геохимически переделывает мир (Ферсман, 1955). С тех пор воздействие техногенеза на геохимическое изменение земной коры систематически возрастает и по своим масштабам и значению стало не только сравнимым, но во многих случаях превосходит влияние процессов самой природы.

Основатель геохимии В.И.Вернадский (1967) современную биосферу, изменяющуюся в результате деятельности человека, назвал ноосферой. Говоря его словами, ноосфера — последнее из многих состояний эволюции биосфера в геологической истории, т.е. состояние наших дней. В ней общество становится единственным в своем роде агентом, могущество которого растет с ходом времени. Оно одно с возрастющей быстротой изменяет структуру самих основ биосфера и эволюционирует к новому жизненному проявлению. Человек сознательно, но главным образом бессознательно, изменяет лик планеты — воздушную оболочку, химический состав природных вод; им создаются новые виды животных и растений (Вернадский, 1967). Сейчас на планете нет места, которое не отражало бы следов хозяйственной деятельности человека. Человек коренным образом изменяет биосферу и ландшафты и создает новую среду обитания для всего живого.

Однако физические, химические и биологические условия в этой среде не всегда благоприятствуют нормальному развитию организмов и здоровью человека. Самое заметное влияние человека на природу выразилось в вырубке лесов, использовании лесных и заболоченных территорий в земледелии, изменении водного режима поверхности суши путем осушения и орошения, понижении уровня грунтовых вод, особенно в местах урбанизации и размещения промышленных центров, создании искусственных водоемов и каналов, изменении растительных и животных биоценозов, громадном извлечении из недр полезных ископаемых и существенных переменах в геохимическом круговороте элементов в ландшафтах и т.д. Нарастающее загрязнение биосфера вызывает в ней глубокие экологические и геохимические изменения. Во многих районах идет необратимое нарушение газовых, окислитель-

ных, восстановительных и других ее функций.

Еще далеко не изучены реальные последствия воздействия на организмы накопления различных синтетических продуктов в биосфере, многие из которых являются трудно разложимыми. Следует иметь в виду, что в экосистемах отрицательные пороговые изменения часто наступают с опозданием, когда уже уплачено время для профилактического вмешательства.

Таким образом, охрана биосфера от загрязнения, рациональное использование ее богатств превращаются в самую важную научно-техническую проблему. Геологической и геохимической наукам здесь принадлежит самая видная роль.

Дифференциация и интеграция наук о Земле. Научно-технический прогресс обусловил ряд принципиальных изменений в развитии наук о Земле. Глубокое и специализированное изучение геологических проблем сопровождается дифференциацией и гибридизацией наук, выделением отдельных отраслей в самостоятельные науки (геофизика, геохимия, биогеохимия, гидрогеохимия и др.). Это играет существенную роль в общем развитии наук о Земле и вносит много нового в изучение закономерностей образования горных пород, их физических и геохимических свойств.

Геологические науки также широко используют современные достижения физики, химии, биологии, технологии, применяют их методы при раскрытии историко-геологических процессов и факторов развития Земли и ее эволюции, взаимосвязи и взаимообусловленности явлений, протекающих в геосферах.

В геологическом изучении земной коры возросло значение палеогеографических и палеогеохимических методов, основанных на использовании радиогеохронометрии, изотопного датирования и др. Они позволяют определять условия образования горных пород, осадочных процессов, развитие органического вещества, осуществлять геологические корреляции.

Широко внедряются методы изучения земной поверхности и структур земной коры со спутников, что значительно расширило возможности геологического изучения планеты, ее рельефа, структурных особенностей, залежей полезных ископаемых.

Изучение методологических и методических проблем геологии. В наши дни расширяется область изучения методологических проблем геологической науки. Напомним, что Ф.Энгельс в своей классификации наук на основе форм движения материи не поместил геологию в число наук, которые отражают специфические формы движения материи подобно физике, химии, биологии и др. В.И.Вернадский, затрагивая

философские и методологические вопросы естествознания, особенно касающиеся биосферы, отмечал, что научная геологическая и геофизическая мысль резко отстает от мирового научного движения XX в. и, что еще важнее, от методики современной работы (Казаков, 1963).

Лишь в последние десятилетия вслед за В.И.Вернадским начали разрабатывать проблемы геологии в методологическом плане (Поспелов, 1960; Шанцер, 1961; Казаков, 1963; Кедров, 1964; Перељман, 1972; Гордеев, Куражковская, 1973). Перечень главных вопросов, которые в отдельных случаях разноречиво обсуждаются в научной печати, можно свести к следующему: понятия геологической и планетарной форм движения, геологическое пространство — время, геологические естественные тела, их таксономия и структурные взаимодействия, геологические процессы, предмет, содержание и методы геологии, использование метода актуализма в историко-геологических сопоставлениях и т.д.

Дальнейшая разработка указанных вопросов будет способствовать синтезу знаний о формах движения материи и процессах, участвующих в единой планетной системе, какой является геологическая система. Это позволит глубже вникнуть в историко-геологические закономерности образования, развития и эволюции Земли и земной коры, их структурную и вещественную специфику, геологическое прошлое и настоящее.

Планирование главнейших направлений научных исследований. Для современного развития науки и техники характерно планирование главнейших направлений научных исследований. В науках о Земле планирование охватывает поиски радиоактивных руд, нефтегазовых месторождений, научно-техническое сотрудничество в области охраны окружающей среды, водных ресурсов и др. С этой целью заключаются международные, межгосударственные и другие соглашения, которые являются важнейшим фактором создания добывающей и перерабатывающей промышленности во многих развивающихся странах. Особенно эффективно сотрудничество между Советским Союзом и социалистическими странами.

За всю историю общественного развития геологическая наука не играла такой крупной роли в мировом социальном прогрессе, как в настоящее время. Происходит своего рода "социологизация" геологии, возрастает ее роль в сфере общественных отношений, в решении философских проблем.

Вероятные тенденции будущего развития геологических наук. Развитие геологической науки направлено на систематическое увеличение объема добычи и потребления минеральных ресурсов, рас-

ширение разведки и поисков полезных ископаемых, использование бедных и комплексных руд и руд Мирового скеана. Улучшатся способы использования сырья, которые сейчас не используются или мало используются, расширится применение новейших достижений кибернетики и электроники. По новому принципу будут строиться горнорудные предприятия — из узкоспециализированных производств они превратятся в комбинаты, извлекающие из полезных ископаемых все необходимые элементы и их соединения, возникнут совершенно новые виды материально-сырьевой базы по добыче и переработке руд. Будет продолжаться разработка теоретических проблем геологии полезных ископаемых и тесно связанных с ней других отраслей геологической науки, поднимется уровень геологических прогнозов. Улучшатся разведка и изучение потенциальных ресурсов недр, изменится их географическое распределение применительно к центрам потребляющих их производств. Широкое внедрение получат математические методы, использование электронно-вычислительных машин и моделирующих устройств, что будет способствовать познанию закономерностей распределения полезных ископаемых в земной коре и их эффективному использованию. По-новому комплексно будут решаться вопросы генетической корреляции, геофизические и геохимические задачи, проблемы эффективности использования минеральных ресурсов и др. Будут разработаны новые методы диагностики и анализа псевод и руд, что, в свою очередь, поднимет уровень и точность геологических исследований и будет способствовать получению большей информации о составе и свойствах горных пород и минералов.

Дальнейшую разработку получат методические и методологические вопросы наук о Земле, поднимется уровень и расширятся теоретические концепции о взаимосвязи и взаимодействии земных и космических процессов.

Литература

Вернадский В.И. Биосфера. М., 1967.

Виноградов А.И., Маров М.Я., Сурков Ю.А.. Исследование атмосферы Венеры на советских автоматических станциях "Венера-4", "Венера-5" и "Венера-6". — "Геохимия", 1972, № 4.

Гордеев Д.И., Куряжковская Е.А. Закономерности познания и вопросы истории геологии. М., 1973.

Казаков И.А. Философские воззрения В.И. Вернадского. М., 1963.

Кедров Б.М. О геологической форме движения в связи с другими его формами. — В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М., 1964.

Лукашев К.И. Введение в палеогеохимию земной коры. Минск, 1974.

Лукашев К.И. Технический прогресс и проблема ресурсов, Минск, 1968

Лукашев К.И., Лукашев В.К. Химические элементы вокруг нас. Минск, 1975.

Лукашев К.И., Хотько Ж.П. Геофизическое изучение земных недр и околоземного космического пространства. Минск, 1976.

Математические модели в геологии и геостатистика. М., 1973.

Новая глобальная тектоника. М., 1974.

Обручев В.А. Счастливого вам пути, путешественники, в третье тысячелетие. — В кн.: Из школы во Вселенную. М., 1970.

Перельман А.И. Очерки философии наук о Земле. М., 1972.

Поспелов Г.Д. О характере геологии как науки и ее место в естествознании. — Изв. АН СССР, серия геол., 1960, № II.

Сидоренко А.В. Геология — наука будущего. М., 1964.

Ферсман А.Е. Геохимия техногенеза. Избр. труды. М., 1955.

Хайн В.Б. Происходит ли научная революция в геологии. — "Природа", 1970, № I.

Шанцер Е.В. Современная геология и ее место в естествознании. — Изв. АН СССР, серия геол., 1961, № IO.

А.П. Емельянов, Ю.Н. Кузнецов,

Г.Г. Доминиковский

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

Последние десятилетия характеризуются интенсивным взаимопроникновением наук и интеграцией научного знания. Одним из следствий этого процесса явилась кибернетизация научных исследований. Кибернетика рассматривает каждый объект искусственного или естественного происхождения как сложно организованную систему. Кибернетизация дополняет традиционный субстратно-причинный подход к изучению явлений структурно-функциональным или системным подходом, что в значительной степени приводит к замене физики изолированных предметов и явлений физикой отношений. Системный подход подчеркивает значение комплексности, широты охвата и четкой организации исследований. Он связывается с развитием направлений построений и изучения формальных и абстрактных систем и общей теории систем. При этом общая теория систем, будучи теоретическим основанием системного подхода, стремится разработать такие языки и понятия, которые без особых изменений могли бы использоваться при анализе конкретных объектов и в то же время позволяли относить изучаемые системы к тому или другому классу форм-

мальных систем. Знание этого обстоятельства трудно переоценить, так же как выявление изоморфизма между системами создает необходимые условия для перенесения методов решений и результатов из одних отраслей знаний в другие, однако чисто формально, на уровне знаковых систем и представлений (Энциклопедия кибернетики, 1974).

Геология как наука имеет длительную, богатую фундаментальными открытиями историю, хотя она оперирует исключительно сложноорганизованными природными структурами. Это связано с тем, что в природе существует иерархическая упорядоченность структур, многоуровневое строение явлений, которое позволяет выделить для изучения специализированные области и разрабатывать специфические методики исследований. В то же время в геологии развита традиция осмысливания всего комплекса исследуемых явлений и процессов в целом.

Геология включает совокупность относительно узко специализированных наук, изучающих нашу планету: эволюцию Земли, ее форму, внутреннее строение (земную кору, гидросферу, атмосферу, поверхности оболочки, ионосферу), т.е. в геологии группируются науки, которые изучают в высшей степени сложную систему. На современном этапе развития общеgeологической проблемой является изучение многоуровневой организации нашей планеты, которая рассматривается как сплошная динамическая и историческая система развития, находящаяся на стыке прямой иерархии объектов, связанной с микромиром и контриерархией, прослеживающейся из мегамира.

Земля и ее подсистемы организуются на разных уровнях: физических полей и частиц (геофизическом), ядерно-атомном (геохимическом), молекулярно-минеральном (минералогическом), горных пород (петрографическом), биоценозов, геологических формаций и ландшафтов, регионально-этажных систем, геоболочек и геосред планеты в целом (Крутъ, 1972).

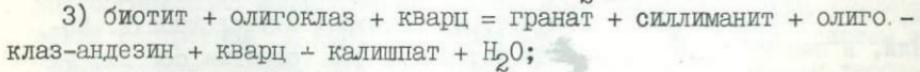
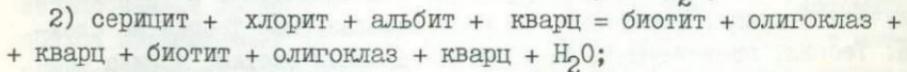
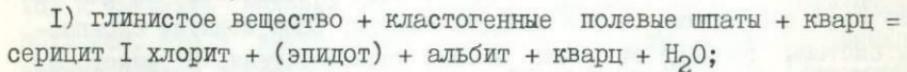
Однако, как пишут М.Месарович и др. (1973), "Тот факт, что система является большой и сложной, еще не означает, что для ее изучения необходима теория больших систем. Само понятие сложности системы зависит от точки зрения исследователя. В некоторых случаях система, бесспорно, большая, используемая теория не сложна. Теория, претендующая на изучение сложных систем, должна оперировать моделями, структура которых отражает эту сложность. Модели, в явном виде отражающие тот факт, что система состоит из многих подсистем, взаимодействие которых осуществляется иерархическим образом, без сомнения, достаточно сложны".

Таким образом, системный подход обязан учитывать диалектический закон взаимосвязи и взаимообусловленности явлений и в свете

этого рассматривать изучаемые объекты и явления не только как самостоятельную систему, но и как подсистему некоторой большой системы, по отношению к которой нельзя считать данную систему замкнутой. Системный подход требует прослеживания как можно большего числа связей (не только внутренних, но и внешних) с тем, чтобы не упустить действительно существенных связей и факторов и оценить их эффекты.

С другой стороны, общая теория систем учитывает тот факт, что система — это не простая совокупность составляющих ее частей. Ей присущи свойства эмерджентности (целостности), которыми не обладают составляющие ее элементы. Эмерджентность является одной из форм проявленияialectического принципа перехода количества в качество. В естественных науках эмерджентные свойства (например, свойства химических соединений) и приводящие к их возникновению системообразующие процессы (например, химические реакции) описываются в форме естественнонаучных законов и закономерностей.

Одним из характерных приемов являются химико-термодинамические реакции, протекающие в горных породах при региональном метаморфизме и метасоматозе, в результате которых происходит постоянная замена менее устойчивых минеральных ассоциаций более устойчивыми. Например, на начальных стадиях процесса регионального метаморфизма — в условиях фации зеленых сланцев — глинистое вещество цемента полимиктового песчаника раскристаллизовывается в серицит-хлоритовый или серицит-хлорит-эпидотовый агрегат и происходит формирование альбита за счет кластогенных полевых шпатов; при увеличении температур и давлений серицит-хлорит и эпидот замещаются биотитом, а затем гранитом, альбит-олигоклазом и порода превращается в биотитовый или гранат-биотитовый гнейс. Это преобразование можно представить в виде следующих химико-термодинамических реакций:



Аналогичным образом в условиях регионального метаморфизма происходит изменение ассоциаций мергелей, глинистых сланцев, кварцитов и других типов осадочных и эфузивных пород.

Любая система отличается определенной организацией, которая

отражает свойство материальных и абстрактных систем обнаруживать взаимозависимое поведение частей системы в рамках целого. Под частями системы имеются в виду ее элементы, переменные, подсистемы и т.д. Организация систем проявляется прежде всего в ограничении разнообразия поведения частей системы в рамках целого и является в некотором смысле слова ее инвариантным свойством. Различные наблюдатели в зависимости от их целей и средств исследования могут обнаруживать в материальной системе свойственные ей различные организации.

Например, в горной породе, определенной петрографом как гранодиорит и представляющей, с его точки зрения, частный результат какого-то крупного тектоно-магматического цикла, минералог видит уже более сложную картину и может рассматривать этот же образец как сложную систему, состоящую из ряда подсистем -- минеральных ассоциаций, образующихся при различных внешних и внутренних условиях. Еще более сложную систему представляет собой этот же образец горной породы с точки зрения геохимика, рассматривающего ее на атомно-молекулярном уровне организации веществ.

При исследовании поведения системы бихевиористическим методом^{*} наблюдатель не интересуется внутренней организацией системы и анализирует лишь взаимные изменения некоторых ее переменных, обычно называемых входами и выходами. Однако в ряде случаев необходимо рассматривать и внутреннюю организацию (структуру системы) путем расчленения ее на части и с фиксацией связей между ними. Структура является инвариантным атрибутом всякой организованной системы. Однако анализируя закономерности поведения отдельных частей системы, наблюдатель опять-таки использует бихевиористический метод, что не исключает возможности дальнейшей структуризации.

Под структурой системы обычно понимается множество ее элементов с заданными отношениями и связи между ними. Геометрически структура задается в виде графа, вершинами которого служат элементы системы, а ребрами -- отношения и связи.

Э.Х.Шуфорд и М.Тода (1969) дают следующее определение структуры: "Система называется расчленимой, если можно выполнить ее декомпозицию, т.е. представить в виде совокупности подсистем или элементов, называемой декомпозиционным множеством. Тогда систем-

* Бихевиоризм -- механистическое направление в современной буржуазной психологии, призывающее роль сознания и признающее только наблюдаемые явления, поддающиеся точному описанию.

ная структура при фиксированном депозиционном множестве определяется совокупностью отношений между подсистемами, принадлежащими данному декомпозиционному множеству".

"Если речь идет о геологических телах (кристаллы, горные породы, слоистые системы и геологические формации, осадочная оболочка), то, имея в виду их структуру, под отношениями можно понимать пространственные расположения их элементов, а связями те силы, которые удерживают элементы в пределах системы и обеспечивают, таким образом, ее существование как органичной целостности". В свете этого определения ионы или группы ионов являются элементами структуры кристалла, а пространственные отношения и связи находят выражение соответственно в пространственной решетке и в различного рода химических связях. Аналогичные структурные отношения могут быть сформулированы для горных пород, слоистых систем, формационных рядов, геосинклиналей, геоантеклиналей, платформ и т.д. При этом характеристика систем оказывается более различной с точки зрения вышеприведенного определения. Если для минералов, горных пород и даже слоистых толщ структурная решетка является периодической и представляет собой как бы бесконечную постройку, слагающуюся из элементарных групп, то в крупных системах подобная закономерность не имеет места и их структурная решетка имеет существенно нерегулярный характер (Косыгин, 1974).

Структура системы может меняться стохастически. При этом для описания организации используют статистические характеристики структуры системы. Для систем, обнаруживающих адаптивное поведение, характерна способность к целенаправленному изменению собственной структуры в меняющейся среде. У.Р.Эшби (1959) пишет по этому поводу, что каждая изолированная динамическая система, подчиняющаяся неизменяющимся законам, создает "организмы", приспособленные к их "окружающей среде". Системы в общем случае стремятся к равновесию. Поэтому переход из любого состояния к состоянию равновесия равносителен переходу от большего числа состояний к меньшему. "Таким путем система совершает выбор в том чисто объективном смысле, что некоторые состояния ею отвергаются (те, которые она покидает), а некоторые сохраняются (те, в которые она переходит)".

Примером адаптивного поведения системы является целенаправленное изменение объема, минерального состава и структурно-текстурных особенностей горных пород в условиях прогрессивного регионального метаморфизма, гранитизации и других геологических процессов (Маракушев, 1973).

Организация и структура системы тесно связаны с ее динамическими характеристиками и устойчивостью. Способ соединения частей системы в значительной мере определяет ее чувствительность к изменению параметров под воздействием внешней среды.

Устойчивость — одно из основных понятий кибернетики, тесно связанное с идеей инвариантности. Система может обнаруживать сложное поведение, однако некоторые ее свойства остаются при этом неизменными, т.е. некоторые высказывания о системе будут истинными, несмотря на ее беспрерывные изменения.

Устойчивость природных геологических систем, например минеральных ассоциаций метаморфических пород, целиком обусловлена определенными значениями экстенсивных и интенсивных параметров данной системы (значениями энтропии, объемом, массами компонентов, массой системы в целом, температурой, давлением, активностью химических элементов и т.д.). Устойчивость отдельных минералов при этих изменениях обусловлена, главным образом, особенностями их внутреннего строения, возможным диапазоном изомерных замещений одних элементов другими в узлах кристаллической решетки, силой межатомных связей (Коржинский, 1957). Например, в условиях гранитизации метаморфических пород основного состава происходит замещение всех темноцветных минералов биотитом, а плагиоклаз сохраняется как минеральная фаза, но состав его изменяется от лабрадора до альбит-олигоклаза.

Примером устойчивости системы при изменении почти всех внутренних и внешних параметров является сама горная порода. В условиях метаморфизма и метасоматоза может полностью измениться ее минеральный состав, структура и текстура, но все равно она остается горной породой, несмотря на то что многие из ее свойств приобретают новые качества: увеличится твердость, плотность, возникнут новые минералы, произойдет ориентировка минералов под воздействием стрессового давления или давления нагрузки и т.д.

В свете системного подхода важную роль приобретает формализация, которая в традиционном смысле предполагает описание конкретной содержательной теории языком математической логики. Завершенное формализованное описание, как правило, является наивысшим этапом развития теории, так как позволяет применять дедуктивно-логический аппарат для проверки полноты и непротиворечивости исходных данных и алгоритмировать процесс получения следствий из них. Однако, на наш взгляд, для достижения этого идеала необходимо выполнение двух условий. Во-первых, полная формализация возможна лишь при большом опыте использования логических и математичес-

ких средств в процессе становления формализуемой теории. Во-вторых, законченная формализация содержательной теории может быть осуществлена лишь в достаточно простых случаях. Австрийский логик К.Гедель в 1931 г. доказал, что даже такая относительно простая теория, как арифметика, не может быть полностью формализована, т.е. не все истинные формулы арифметики могут быть выведены из формальной системы аксиом. Отсюда вытекает, что понятие истинности шире, чем понятие доказуемости (математической, логической и т.п.), что свидетельствует об ограниченных возможностях математических формализмов.

Ни формальная логика, ни математика не в состоянии составить учение об истине, поскольку изучение характера соответствия наших мыслей объективной действительности составляет основное содержание теории познания марксистской философии. В конечном счете основой процесса познания и мерилом его истинности является общественная практика. Практика, писал В.И.Ленин "выше (теоретического) познания, ибо она имеет не только достоинство всеобщности, но и непосредственной действительности", она есть "проверка, критерий объективности познания" *.

Безусловно, геологический мир непосредственно богаче арифметического, и поэтому даже относительно полная формализация геологических теорий представляется в высшей степени трудным делом. В геологии опыт использования математических и логических средств не является достаточно богатым. Поэтому здесь более актуальным представляется выбор формальных средств для построения абстрактных моделей, адекватных объекту исследования. Анализ адекватности в этом случае должен осуществляться путем сопоставления различных следствий на выходе модели с неформализованными представлениями об объекте или посредством эксперимента (численного, физического, натурального и т.д.). Построение моделей по необходимости должно быть связано с обобщением и абстракцией геологической ситуации, т.е. "с принципом намеренно неполного знания" (Дьедонне, 1972). Модель не должна быть фактическим описанием устройства системы. Она должна отражать наиболее существенные стороны геологической системы и в удобной форме отражать информацию о системе. По всей видимости, имеет место двойственность в выработке требований, которым должна удовлетворять модель. Она должна с максимальной полнотой отражать геологический объект, явление и в то же время должна быть достаточно простой для того, чтобы иметь

* Ленин В.И. Полн. собр. соч., т.29, с.795.

практическое решение. В какой-то степени совместить эти два в общем противоречивых требования удаётся, если в исследуемой природной системе выделить достаточно узкие иерархические уровни и изучать их специфическими методами и средствами. Большая геологическая эффективность геофизических исследований при изучении земной коры и более глубоких зон и объясняется этим фактом. "Информационные поля" различных геофизических методов практически не прерываются друг с другом и отражают собой четкую иерархию в организации геологических структур.

Однако не всегда структура геологических систем может быть выражена в виде четко организованных иерархических структур. С увеличением размеров структур увеличивается нерегулярность их строения и, по-видимому, возрастает относительная роль всевозможных организаций промежуточных структур. Трудность выделения относительно самостоятельных иерархических уровней в этом случае составляет применение традиционных способов их анализа. Экстраполяция моделей, формирующих относительно простые геологические системы, на системы с более сложной структурой из-за качественной неоднородности предметов и явлений не всегда может оказаться оправданной. Чрезмерное расширение области применения теории может привести к тому, что ее периферия будет нести "свет от истины, а не саму истину" (Фейнман, 1967).

Относительно изучения больших и сложных систем У.Р.Эшби (1959) писал: "Так, хотя ньютоновская теория в принципе решила все проблемы тяготения, применение ее к трем телам весьма сложно, а к шести телам — чрезвычайно трудоемко для практического осуществления. В подобных случаях ученый должен быть очень осторожен в отношении задаваемых им вопросов. Он должен спрашивать, что ему действительно нужно знать, а не о том, что ему кажется нужным знать".

На различных ступенях науки и техники изучение материальной действительности ограничивается средствами и возможностями исследователя и в этом смысле истина всегда неполна и относительна, так как не охватывает всего содержания исследуемого предмета или явления. История человеческой практики и науки свидетельствует о том, что по мере процесса познания относительность истины постепенно преодолевается, хотя она и не устраняется полностью. Однако, несмотря на реальные трудности познания, живая человеческая практика всегда стремится получить ответы, даже если они носят качественный или полукачественный характер.

Трудности описания нечетко организованных структур, на кон-

ретном уровне знаний, возможно, требуют принципиально иного подхода. Может быть, для практических целей иногда лучше иметь приблизительный ответ на верно поставленный вопрос, чем точный ответ на неверно поставленный вопрос.

В 1965 г. А.Л. Заде (1973) предложил совокупность понятий (размытое множество, размытое отображение, размытое решение и т.д.) для обоснования нового подхода к анализу больших систем, сложность и неопределенность которых затрудняет или делает невозможным применение точного количественного анализа. Он считает, что по своей сути обычные качественные методы анализа систем непригодны для анализа сложных систем. В основе этого тезиса лежит то, что можно было бы назвать принципом несовместимости. Суть этого принципа можно выразить примерно так: чем сложнее система, тем менее мы способны дать точные и в то же время имеющие практическое значение суждения о ее поведении. Для систем, сложность которых превосходит некоторый пороговый уровень, точность и практический смысл становятся почти исключающими друг друга характеристиками.

Основным в новом подходе является понятие размытого (нечеткого) множества, элементы которого могут не только принадлежать или не принадлежать к этому множеству, а также понятие нечеткого алгоритма.

Подобный подход допускает применение таких нечетких выражений, как "больше", "короче", "очень мощные" и т.д. Классическим примером невозможности описания геологических тел в рамках формальной теории являются различные определения геосинклинальной области. В связи с этим Ю.А. Косягин (1974) пишет, что такие определения значений, как "относительно очень большая", "весома различная быстрота", "резко выраженный рельеф", "особенно интенсивно", "особенно мощные", могут приниматься субъективно и различно, вследствие чего само понятие геосинклинальной области становится расплывчатым.

Поэтому представляется, что методы анализа, основанные на исследовании нечетких множеств, размытых отображений, нечетких алгоритмов и нечетких решений, могут оказаться полезными при изучении таких сложных систем, как системы, образующие реакции, протекающие в недрах Земли, описание геологических процессов и структур достаточно сложной природы, вопросы номенклатуры метаморфических и магматических горных пород и т.д.

В заключение отметим, что системный подход не претендует вытеснить традиционные методы наук о Земле и вне связи с результатами

тами традиционных наук применение системного анализа в этой области представляется малопродуктивным. Точно так же системный анализ ни в коей мере не вытесняет материалистическую диалектику — общеметодологическую основу всех наук, а является одним из конкретизированных ее аспектов.

Литература

Дъедонне Ж. Линейная алгебра и элементарная геометрия М., 1972.

Коржинский Д.С. Физико-химические основы анализа парагенезисов минералов. М., 1957.

Косыгин Ю.А. Основы тектоники. М., 1974.

Крутъ И.В. О категоральном базисе формализации и математизации геологического знания. — В сб.: Математизация и автоматизация в геологических исследованиях. Л., 1972.

Маракушев А.А. Петрология метаморфических горных пород. М., 1973.

Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. М., 1973.

Фейнман Р., Лейтан Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике, т. 9. М., 1967.

Шуфорд Э., Тода М. Исследования по общей теории систем, М., 1969.

Энциклопедия кибернетики. Киев, 1974.

Эшби У.Р. Введение в кибернетику. М., 1959.

Заден L.A. Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Sist. Man., Cybern., volsme-3, 1973, Jan.

А.В. Кудельский

К ВОПРОСУ ИСТИННОСТИ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ В ГЕОХИМИИ (НЕКОТОРЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ГЕОХИМИИ)

Задача настоящей работы состоит в изучении процессов научного познания и установлении категорий его истинности на примере геохимии*. Кроме того, сделана попытка показать с позиций марксистской философии, что помимо методов исследований, присущих собственно геохимии, в обращении геологов успешно используются методы смежного направления знаний, которые мы склонны выделить в качестве самостоятельного под названием корреляционной, или срав-

* Здесь и далее наряду с геохимией имеется в виду и гидро-геохимия.

нительной геохимии.

Знаменитое положение В.И.Ленина "От живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике -- таков диалектический путь познания истины, познания объективной реальности"^{*} в полной мере характеризует последовательность и этапы познания в геологии.

Диалектический материализм, признавая существование объективного мира и отражение его в сознании, последовательно признает и существование объективной истины -- такого содержания чувственных или логических образов в сознании, которое соответствует реальному объекту исследования, зависит от него и им определяется.

Для того чтобы выразить процесс познания объективной истины, марксистская философия использует понятия относительной и абсолютной истины. Под последней понимается полное, исчерпывающее знание об объектах, которое достигается лишь в бесконечном процессе познания, под первой -- неполное, частичное знание, подлежащее дальнейшему углублению и уточнению. Относительные истины содержат в себе частицы абсолютной (полной) истины.

Рассмотрим внутреннюю структуру и содержание понятий относительной и абсолютной истины применительно к геохимии.

Известно несколько определений геохимии как науки (В.И.Вернадский, А.Е.Ферсман, В.В.Щербина и др.). В формулировке К.И.Лукашева (Лукашев, Лукашев, 1972) геохимия изучает химические особенности Земли и ее составных компонентов -- горных пород, воды, газов и живого вещества. Она выясняет закономерности поведения и распространения в них химических элементов, их сочетаний и ассоциаций на основе свойств элементов, их атомов и соединений, объясняет факторы и условия миграции (перемещения) химических элементов, концентрации и рассеяния в природе, историю элементов Земли и ее отдельных геосфер. Таким образом, геохимия как наука складывается из геохимии отдельных элементов, т.е. она представляет собой синтез знаний о закономерностях поведения, распределении, рассеивания и концентрирования каждого из элементов и их совокупности в геологических объектах.

Критерием истинности является общественная практика. "Вопрос о том, -- пишет К.Маркс, -- обладает ли человеческое мышление предметной истинностью, -- вовсе не вопрос теории, а практический вопрос. В практике должен доказать человек истинность, т.е. действительность и мощь, посюсторонность своего мышления"^{**}.

^{*} Ленин В.И. Полн.собр. соч., т. 29, с. 152-153.

^{**} Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 3. с. 1.

Теперь, когда определен предмет геохимии, рассмотрим применительно к ней соотношение относительной и абсолютной истинности познания, например геохимии одного из химических элементов — стронция. Изучение его в составе морских океанических вод и рассолов, осадков эвапоритовых бассейнов, минералогических ассоциаций современного и древнего седиментогенеза, а также катагенетических преобразований осадочных отложений позволяет прийти к выводу, что накопление стронция в составе осадочных образований обусловлено процессами седиментогенеза, последующее его высвобождение из минерального комплекса пород, переход и концентрирование в глубинных водах определяется физико-химическими условиями уплотнения и метаморфизма осадочных пород, а также характером акцепторной системы подземных вод и рассолов (минерализацией, составом катионов и т.д.). Этот вывод — утверждение истинное, поскольку оно проверено практикой изучения геохимии стронция. Вместе с тем эта истина далеко не исчерпывает всего многообразия процессов в земном цикле стронция, например не учитывает наличия первоисточника элемента — мантийного вещества, а только его трансформации в осадочном и литогенном процессах. Ввиду этого наше первое утверждение — относительная истина, а более полное заключение, с учетом первоисточника, приближает нас (ближе, чем первое) к пониманию истины абсолютной о поведении стронция в природе.

Рассматривая уровни знаний, диалектический материализм выделяет эмпирическое и теоретическое, абстрактное и конкретное и утверждает единство анализа и синтеза. Эмпирическое — это знание, почерпнутое из чувственного опыта (наблюдение, эксперимент) и выраженное определенным языком (в терминах той или иной научной дисциплины). Теоретическое познание — это уровень исследования эмпирического знания, отражающего объект со стороны его связей (закономерных и незакономерных) с другими объектами.

Уровень знания определяется не только характером его получения (опытным путем или теоретическим мышлением), но и тем, как отражен предмет исследования (во всех своих связях и опосредствованиях или с одной стороны). С этой точки зрения знание принято разделять на конкретное и абстрактное. Первому из них, вытекающему из чувственного, эмпирического восприятия, доступно постигнуть только внешние неглубокие связи. Чувственная конкретность расплывчата и не может отразить объект в его подлинной целостности, ей свойственна некоторая односторонность в познании объекта и его связей. Важнейшим способом постижения объекта является абст-

рагирование, т.е. отвлечение от несущественных свойств или отношений объекта и выделение существенных, главных. Абстрактное мышление позволяет обнаружить такие свойства и связи объекта, которые недоступны для эмпирического познания.

Однако абстрактное не может существовать вне связи с объектом. Использование абстракции есть средство достижения нового конкретного знания, восхождения от абстрактного к конкретному.

Рассмотрим соотношение эмпирического и теоретического, конкретного и абстрактного на примере изучения йода подземных вод нефтегазоносных бассейнов. Анализируя вопросы гидрогоеохимии этого элемента, мы обратили внимание, что в разрезе Припятской впадины имеет место ясно выраженная и близкая к прямой корреляция содержаний водорасторовенных йода и аммония. На территории же других бассейнов СССР отмеченная взаимосвязь отсутствует, что позволило рассматривать ее в качестве местной (районной), обусловленной особенностями развития гидродинамических систем впадины. К аналогичным соотношениям местного значения относятся также связи йода с кальцием и магнием в составе рассолов Ишимбаевского Предуралья (Ю.Б. Селецкий) и с кремнекислотой в составе подземных вод Равнинного Крыма (Л.Д. Галян) и т.д.

Отмеченные для водорасторовенного йода местные районные "парагенезы" с другими компонентами состава подземных вод, в общем-то не типичные для элемента, прослеживаются и при изучении геохимии многих других элементов и сложных ионов. Так, для брома зафиксирована прямая корреляция ($r = 0,59-0,71$) с сульфат-ионом в составе минеральных вод Павлодарского Прииртышья (А.А. Свищев), для аммония установлена тесная связь с сероводородом и азотом в подземных водах Ферганы (Х.А. Равикович), с сульфатами и гидрокарбонатами в северо-западном Прикаспии (О.И. Серебряков, И.В. Тронько) и т.д. При изучении гидрогоеохимии других бассейнов особенности поведения брома и аммония, свойственные Павлодарскому Прииртышью, Фергане и северо-западному Прикаспию, обычно не устанавливаются.

Имея в виду нетипичность отмеченных связей йода, брома, аммония с другими компонентами состава подземных вод, следует подчеркнуть полную объективность полученного знания, его достоверность и конкретность.

Знание особенностей геохимии и местных "парагенезисов" в составе подземных вод и рассолов имеет важное научное и практическое значение. Их изучение составляет задачу самостоятельного направления в геохимии, которое А.А. Сауковым определено как "геохимия отдельных областей".

Вместе с тем одной из важнейших задач геохимических (гидро-геохимических) исследований является установление типичных особенностей геохимии отдельных элементов и соединений, т.е. таких особенностей, которые проявляются во всех без исключения бассейнах и которые определяют закономерности глобального распространения их в литосфере и гидросфере (для аммония это величина минерализации и pH подземных вод, степень консолидированности осадочных пород и наличие залежей нефти (Кудельский, 1973). Обнаружить типичные особенности геохимии или иных элементов (ионов, соединений) можно только в результате сравнения множества проявлений местных (районных) особенностей распространения и взаимоотношения объектов в разрезе самых различных по строению, возрасту, интенсивности тепловых и геохимических процессов, литологии горных пород, минерализации вод и характеру нефтегазоносности бассейнов (например, бассейны докембрийской, палеозойской и кайнозойской складчатости; бассейны с различными минерализацией подземных вод, мощностью осадочных образований и интенсивностью тепловых процессов и т.д.). Другими словами, установление типичных для элемента особенностей его геохимии во всех случаях является результатом (и задачей) сравнения геохимии разнотипных геологических структур земной коры, т.е. "геохимий отдельных областей".

С позиций марксистской философии поиск типичных (всеобщих для химического элемента) геохимических особенностей является поиском качественно нового конкретного посредством абстрагирования от первоначального конкретного. Сопоставляя уровни знания, можно сказать, что посредством абстрагирования мы движемся от эмпирического знания к теоретическому познанию.

Процесс абстрактного мышления, как известно, складывается из понятия, суждения и умозаключения.

Все эти формы мышления в их взаимосвязи и развитии от низшей к высшей присутствуют в научной теории, представляющей собой замкнутую и достаточно обширную систему знания. Функция научной теории заключается не только в приведении результатов познания в систему, но и в открытии новых путей к новым знаниям.

И, наконец, о предмете науки и методе научного познания. Предмет науки — это качественно своеобразная и специфическая группа явлений природы, изучение которой составляет задачу данной науки и которая отличает ее от других наук. Касаясь определения метода науки, академик Б.М.Кедров пишет, что метод науки есть не что иное, как общий способ достижения адекватного и всестороннего отражения предмета исследований, раскрытия его сущности, познания

законов. Научный метод познания есть органическое единство практического действия и теоретической мысли, т.е. он не исчерпывается материально-практическим действием, в нем есть и другая сторона — духовная, теоретическая, что свидетельствует об его относительной самостоятельности (Комаров, 1974).

Таким образом, охарактеризованные выше приемы поиска типичных для элементов свойств и геохимических особенностей соединяют в себе черты метода исследований и направления в исследованиях. Это обстоятельство позволяет рассматривать комплекс методических приемов с целью установления типичных геохимических характеристик отдельных составляющих органо-минеральных комплексов или подземных вод в качестве самостоятельного научного направления в геохимии. В число задач сравнительной, или корреляционной, геохимии, помимо поиска типичных геохимических характеристик того или иного элемента, соединения или полезного ископаемого (йод и др.), входит также научное обоснование характера геологических (гидро-геологических, геохимических) объектов сравнения, т.е. обоснование характера и объема выборки, анализ которой позволит решить тот или иной конкретно поставленный вопрос. В качестве методов исследований в области корреляционной геохимии можно использовать методы геохимических сопоставлений, геохимической статистики, геолого-гидрогеологических корреляций и др.

В качестве примеров успешного решения некоторых задач геохимии (поиски типичных особенностей геохимии элементов и сложных ионов, глобальных закономерностей распространения водорастворенных компонентов и т.д.) методами корреляционной геохимии можно назвать работы по геохимии гелия (Якуцени, 1963), аммония и йода (Кудельский, 1973, 1976).

Как показывает наш опыт изучения геохимии йода, аммония, других элементов и соединений, решение методологических и методических вопросов и приемов корреляционной геохимии может осуществляться по схеме: постановка, цели и задачи исследования — обоснование характера и количества объектов последующего сравнения, необходимых для успешного решения задачи, — изучение геохимии каждого из объектов (район, область, бассейн), входящих в группу объектов последующего сравнения — установление источников вещества (отдельных элементов и их соединений), термобарических и геохимических условий его генерации, миграции и стабилизации, закономерностей распределения в разрезе (геологическом, гидро-геохимическом) конкретных бассейнов (районов, областей) — поиск глобальных (т.е. свойственных всем без исключения бассейнам, областям

там, районам) закономерностей формирования и распространения скоплений вещества (концентрационные аномалии, месторождения) путем сравнения (корреляции) поведения и картин распределения вещества в разрезе отдельных территорий.

Литература

- Комаров В.Н. Философские вопросы науки о Земле. Казань, 1974.
Кудельский А.В.*⁰ Аммоний в подземных водах нефтегазоносных бассейнов и его нефтеисковое значение. — "Геология нефти и газа", 1973, № 1.
Кудельский А.В. Гидрогеология и гидрохимия Йода. Минск, 1976.
Лукашев К.И., Лукашев В.К. Геохимия ландшафтов. Минск, 1972.
Якуценко В.П. Закономерности формирования залежей гелиеносных газов. Л., 1963.

В.А.Кузнецов

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ АЛЛЮВИАЛЬНОГО ЛИТОГЕНЕЗА

В числе основных особенностей современного развития наук о Земле следует назвать, кроме дальнейшей дифференциации и интеграции геологических наук и их направлений, исследование геологических, геохимических и геофизических процессов с учетом их связей с процессами и телами космического пространства, системный подход к познанию геологических явлений и объектов; общепланетарный подход к оценке геологических процессов, осмысливание геологических процессов на физико-химической основе с привлечением математического аппарата, разработку критериев восстановления условий древнего литогенеза с оценкой достоверности реконструкций.

Методологический подход к изучению геологических объектов претерпевает глубокие изменения и переходы в следующих направлениях: усиления комплексности исследований; выявления аналогов и различий геологических процессов и продуктов в пространственном отношении с целью корреляций и во временном аспекте для реконструкций геологического прошлого и выяснения закономерностей эволюционного развития земной коры; выяснения места и роли того или

иного геологического явления в системе геологических процессов и их продуктов; построения моделей природных процессов; учета техногенных изменений в биосфере; установления связей с явлениями космического пространства (Вернадский, 1965; Взаимодействие наук ..., 1964; Гордеев, Куражковская, 1973; Куражковская, 1971).

Развитие исследований сущности геологических процессов, их причин, хода и следствий на физико-химической основе, атомарном уровне и с привлечением достижений геохимии, геофизики, физики и химии революционизирует геологические идеи и представления, ведет к новым фундаментальным выводам, вносящим вклад в теорию литогенеза.

Остановимся на некоторых методологических и методических вопросах, связанных с геохимическим подходом в изучении проблем аллювиального литогенеза.

Дифференциация и интеграция научных направлений в изучении аллювия. В аллювиальном литогенезе, одном из разделов учения о генетических типах осадочных отложений, выполнено большое число исследований (Аллювиальный литогенез, 1975), в результате чего в настоящее время наметились и развиваются направления: генетическое и фацимальное (Горецкий, 1961, 1970 и др.; Лаврушин, 1961; Лукашев, 1960, 1971; Николаев, 1946; Шандер, 1951, 1961 и др.); минералогическое (Батурина, 1934; Лазаренко, 1964; Лунев, 1967 и др.), палеогеографическое и палеогеоморфологическое (Горецкий, 1970; Личков, 1944; Мандер, 1973; Мизеров и др., 1971; Allen, 1964 и др.), полезных ископаемых (Билибин, 1956; Кузнецов, 1976; Рожков, 1960; Смирнов, 1957; Трофимов, 1960 и др.), литологическое (Ботвинкина, 1965; Лазаренко, 1964; Лунев, 1967; Страхов, 1962 и др.), геохимическое (Костерин, 1972; Кузнецов, 1965, 1976; Лукашев В.К., 1970; Лукашев, Кузнецов, Матрунчик, 1974; Лукашев К.И., 1960, 1971; Поликарпочкин, 1962, Соловьев, 1959; Hosking a.o., 1962; Webb a. o., 1963 и др.).

Интеграция в решении проблем аллювиального литогенеза охватывает как отдельные его направления (минералого-геохимическое, литологово-фацальное, фациально-геохимическое), так и целые геологические науки -- гидрогеологию и гидрохимию (Алекин, 1958; Богословов, 1975; Коновалов, 1959; Максимович, 1955 и др.), тектонику (Лунев, 1967), почвоведение (Докучаев, 1948; Добровольский, 1966). Важным достижением в объединении направлений научных исследований, связанных с аллювиальным литогенезом, явилось палеопотамологическое направление -- учение об истории речных долин, созданное Г.И.Горецким (1964-1970).

Взаимосвязь учения об аллювиальном литогенезе с науками о Земле разнообразна. Из рис. I видны установившиеся (I группа наук и направлений) и развивающиеся новые (II группа) направления. Беспорно, в будущем развитие связей с другими науками (III группа) выявит новые направления и аспекты изучения проблем аллювиального литогенеза.

В последние два десятилетия интенсивно развивается геохимия аллювиального литогенеза как самостоятельное направление. Это направление имеет следующие аспекты: геохимия различных типов аллювиальных отложений, фациально-геохимическое и минералого-геохимическое изучение, абсолютная датировка речных осадков, геохимия полезных ископаемых аллювиального генезиса, геохимические провинции территорий распространения аллювия, геохимические поиски в речных долинах, палеогеохимическое, геохимико-корреляционное, геохимия ландшафтов речных долин и др.

Стратиграфическая корреляция речных отложений по геохимическим данным ранее проводилась преимущественно на основе анализа состава пород отдельных горизонтов. Закономерности дифференциации химических элементов и их соединений вниз по течению реки и вкрест простирания долин, а также по фациальным комплексам осадков не принимались во внимание. Как показывают материалы геохимического изучения аллювия, при корреляции отложений на современном уровне требуется учет закономерностей и особенностей химической дифференциации вещества в речных долинах.

Геохимические особенности отдельных территорий не могут быть ныне полностью раскрыты и поняты при анализе лишь русловых осадков (как это делалось раньше), так как это лишь одна из составных частей аллювия. При геохимическом и геологическом картировании территорий комплексное изучение геохимических характеристик аллювия с учетом осадков всех фациальных обстановок, закономерностей дифференциации химических элементов вниз по долине и при переходе от периферийных к центральным участкам бассейнов способствует более точному районированию площадей распространения аллювия и позволяет полнее и глубже оценивать геохимическую обстановку водораздельных пространств, их строение, состав пород и происходящие процессы выветривания (Кузнецов, 1973 а).

Системный подход к изучению аллювиального литогенеза. По существу, развитие геохимического направления ставит учение об аллювиальном литогенезе на позиции системного подхода к анализу процессов и их продуктов в речных долинах. Учение о геохимии ландшафтов применительно к речной долине расширяется и углубля-

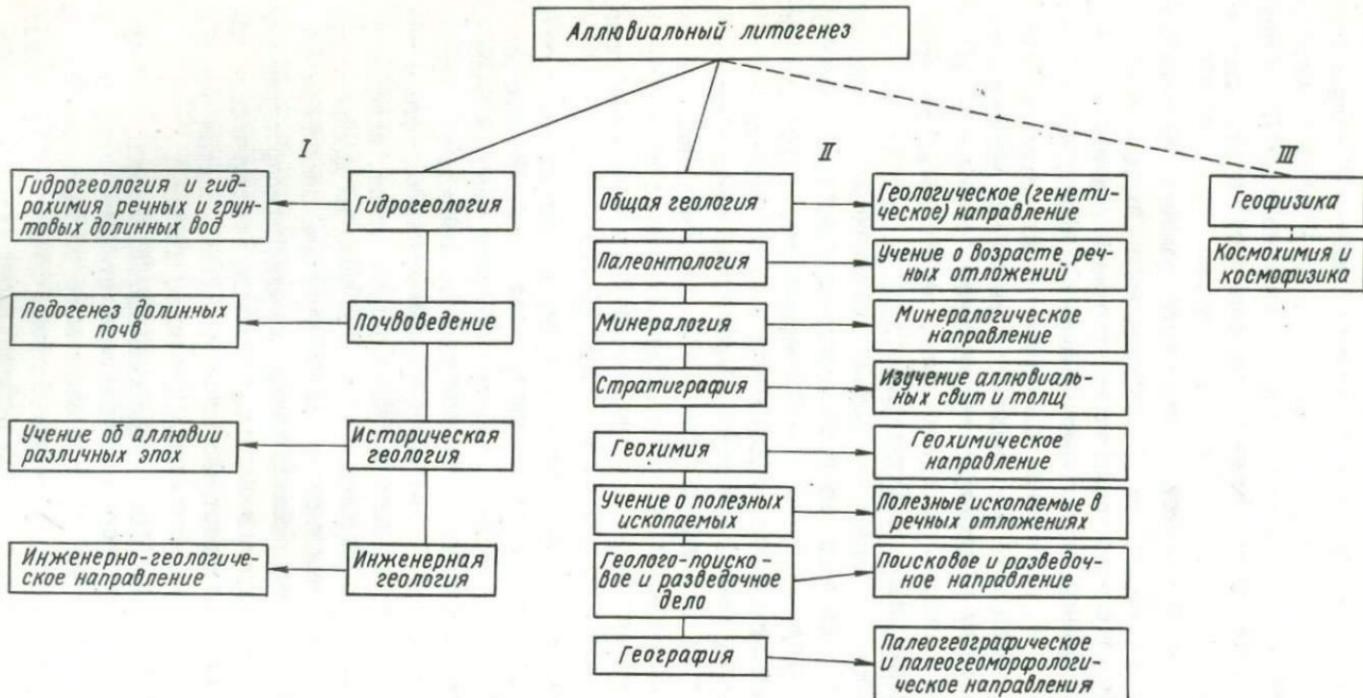


Рис. I. Схема научных направлений в изучении аллювиального литогенеза:

I - науки, выделившие в аллювиальном литогенезе новые направления исследований; II - науки, находящиеся на стадии формирования самостоятельных направлений в изучении аллювия; III - науки, связи которых с решением проблем аллювиального литогенеза приведут в будущем к созданию новых направлений

ется прежде всего за счет понимания речных осадков как части сложной физико-химической системы, объединяющей литогеохимические особенности отложений долины и пород водоразделов, химический состав речных и грунтовых вод с составом отложений и почвенно-растительными ассоциациями пойм и террас. Речные осадки рассматриваются, таким образом, как отражение геологических, палеогеографических и палеогеохимических условий развития речных долин и речной сети в целом. Эта система находится в подчинении зонально-географических и зонально-геохимических процессов земной коры, атмосферы, гидросферы и биосферы. В силу этого геохимия аллювиального литогенеза должна рассматриваться не только и не столько как литогеохимическая характеристика аллювиальных отложений, а как сложная совокупность закономерностей миграции, концентрации и дифференциации элементов в процессах речного переноса и осадконакопления, аллювиального, гипергенного новообразования и педогенеза; как сочетание разнообразных геохимических обстановок и геохимических фаций; как составная часть геохимических процессов в долине и на водоразделе, геохимической эволюции аллювиальных отложений при развитии речных долин и региона в целом.

В результате системного подхода к геохимии аллювиального литогенеза среди процессов образования осадков и месторождений в речных долинах должны выделяться механические, химические, биогенные, гидрогенные и метаморфические группы. Такой подход позволяет впервые предложить наиболее полную классификацию месторождений полезных ископаемых в речных долинах, связанных с аллювиальным литогенезом. Характеризуются группы месторождений полезных ископаемых: механогенные, хемогенные, биогенные и гидрогенные (рис.2). Несколько обособленно могут быть выделены метаморфогенные месторождения, связанные с речными отложениями, а также техногенные (Кузнецов, 1976).

В методологическом аспекте системный подход позволяет по-новому рассматривать и речной осадок — как систему механических, химических, биохимических и гидрохимических составляющих, по-разному отражающих сингенетические, диагенетические и эпигенетические процессы формирования и преобразования аллювиальных отложений. Будучи взаимосвязанными с геологическими процессами в долине и на водоразделах, эти составляющие несут большой комплекс информации, важной не только для понимания процессов аллювиального осадкообразования, но и для поисков полезных ископаемых. В соответствии с вышесказанным существующие классификации геохимических ореолов рассеяния и геохимических методов поисков месторож-

Процессы аллювиального литогенеза



Рис.2.Классификация процессов аллювиального литогенеза и месторождений, связанных с речными отложениями

дений могут быть значительно расширены и дополнены.

Нами предложена классификация, которая включает следующие виды и разновидности геохимических поисков: 1) литогеохимические — собственно литогеохимический (по осадку в целом), обломочно-геохимический (по отдельным крупным обломкам и гальке), шлихово-геохимический, минералого-геохимический (по терригенным минералам), радиоактивный, изотопный; 2) химические — донных осадков, экстракционно-геохимический, радиоактивный, минералого-геохимический (по гипергенным минералам и др.); 3) гидрогеохимические — поверхностно-водный, наддонно-водный, мутевой, иловых вод, поровых вод, грунтовых вод пойм; 4) биогеохимические — собственно биогеохимический (физиологический), педогеохимический, биолитогеохимические (торфометрия, углеметрия), экстракционно-биохимический, ботанические (флористический, морфологический, фитоценотический), микробиологический; 5) атмогеохимические — атмогидро-геохимический, атмопедогеохимический, атмолитогеохимический, атмоминералогеохимический, эманационный; 6) техногенно-геохимические. В пределах отдельных видов выделяются сложные и смешанные разновидности поисков. Для ряда из них выделяются поверхностный и глубинный варианты (Кузнецов, 1976).

В палеопотамологическом методе, применяемом при изучении истории развития речных долин, дельт и прилегающих частей морских бассейнов, заключены многие приемы региональных и межконтинентальных корреляций аллювиальных образований. Приложение геохимических методов к палеопотамологии открывает дополнительные возможности для корреляции осадков речных бассейнов с общими водоразделами, а также для поисков полезных ископаемых.

Космические аспекты в изучении проблем аллювиального литогенеза. Академиком В.И.Вернадским (1965) впервые охарактеризованы методологические приемы исследования взаимосвязей химических и физических процессов, происходящих в земной коре, биосфере и окружающем космическом пространстве. Изучение космоса раскрывает глубокую взаимосвязь геологических, геохимических, геофизических, космохимических и космофизических процессов, дает возможность глубже понять процессы, происходящие как во Вселенной, так и на нашей планете (Лукашев, Кузнецов, 1963).

Интересные данные о связи космических процессов и аллювиального литогенеза опубликованы в работах И.П.Дружинина и др.(1966) о цикличности речного стока в зависимости от периодичности солнечной активности; Е.В.Максимова (1972) о цикличности строения аллювиальных толщ и процессов в формировании дельты р.Миссисипи

в связи с вариациями потока солнечной энергии на протяжении антропогена; А.С.Сергеенко (1964) об оксимагнитных шариках метеоритного происхождения в речных осадках и др. Нами показана зависимость цикличности строения погребенных аллювиальных свит Правого Днепра от динамики солнечной активности в четвертичном периоде (Кузнецова, 1973 б). Некоторые черты развития аллювия раскроет, видимо, изучение долин Марса, среди которых исследователи улавливают сходство с земными долинами (Происхождение "изборожденных земель", 1975).

Изучение строения и вещественного состава речных отложений в аспекте связей геохимических и космических процессов в ближайшем будущем предоставит в распоряжение исследователей дополнительные возможности познания геологических процессов прошлого и новые методы для межрегиональной и глобальной корреляции отложений.

Вопросы аналогий и различий аллювиального литогенеза. При корреляции речных отложений и реконструкциях условий аллювиального литогенеза используется большой арсенал геологических, палеонтологических, минералогических, тектонических, геохимических и других методов. При геохимических исследованиях широко пользуются методом аналогии составов речных отложений и закономерностей распределения химических элементов в осадках в целом и их ингредиентах: терригенных минералах, отдельных гранулометрических фракциях, гипергенных новообразованиях, в поглощенном комплексе, поровых растворах, в вытяжках водных, обменных, карбонатных, органических и адсорбированных аморфных форм, разрушенных силикатов, нерастворимом остатке и других, раскрывающих различные стороны условий и процессов речного осадконакопления и литогенеза.

Обычно при реконструкциях древнего литогенеза применяется актуалистический метод, в основе которого лежит перенесение современного геологического процесса по аналогии на сходный процесс прошлого. Такое перенесение без учета изменений в ходе развития Земли и без учета специфики развития состава земных оболочек и земной коры в отдельные геологические периоды прошлого будет неполным и неточным. Аналогии пространственных сопоставлений продуктов аллювиального литогенеза различных геологических регионов и структур, даже в пределах одного и того же геологического периода, без учета описанных выше изменений и специфики, также будут приближенными. Актуалистический метод в его метафизическом трактовании (на недостаток чего указывал Ф.Энгельс в "Диалектике природы") будет оторван от существа поступательного и необрати-

мого развития Земной коры. Поэтому концепции актуализма о сходстве современных и древних геологических процессов и их результатов должны исходить из позиций диалектического метода. Только в этом случае интерполяции и экстраполяции, анализ и синтез данных могут обеспечить верную корреляцию и реконструкцию.

Как известно, признаки существования аллювиальных процессов отмечаются в архейских и протерозойских толщах, а современные речные системы прослеживаются от антропогена до неогена, палеогена, мезозоя и, вероятно, палеозоя.

В.И.Вернадский (1960) указывал, что типы речных вод "...все же меняются в течение тысячелетий, и картина наземных вод, ныне наблюдаемая, дает понятие — с небольшими поправками — о явлении, существующем в течение десятков тысяч лет, и с несколько меньшей точностью о том, что было сотни тысяч лет раньше. Некоторые семейства наземных вод, например реки, находятся на тех же местах непрерывно в течение миллионов лет, несомненно для некоторых с плиоценом, а для других — с мезозайской эры".

Л.Б.Рухин (1960) отмечает, что в прошлом аллювиальные равнины являлись господствующим типом ландшафтов. Представляя часто гигантские дельты, они были местом накопления угленосных и красноцветных толщ, особенно в палеозое. Отличия в характере аллювиальных отложений древних рек от современных этим автором усматриваются в следующем: а) в более слабой расчлененности рельефа в прошлом; б) в отсутствии или слабом развитии почв и растительности; в) в мелководности древних платформенных морей, приводившей к формированию больших по площади дельт; г) в отсутствии у древних рек сильно врезанных русел, наличие у них множества рукавов с быстрым осадконакоплением. Исследователь делает вывод, что современные однорусловые реки не могут служить моделью древних рек. Только изучая дельты или участки рек, расположенных среди низменностей с чрезвычайно пологим рельефом, мы можем получить представление о древних реках.

Об использовании состава поровых растворов аллювиальных отложений для палеогеографических реконструкций существуют противоположные мнения: признающие их индикационные признаки, по крайней мере до палеогена и неогена (Кленова, Берг, Краснова, 1951; Кузнецова, 1973 а), и, наоборот, отвергающие их в силу интенсивных обменных реакций в системе порода — поровый раствор (Богомолов, Матвеева, Кудельский, 1970).

Наблюдения и экспериментальные данные о современном и древнем аллювии отвергают представления о формировании красноцветных

толщ в условиях тропического климата (Ф.Б. ван Хутен, 1968). Далеко не ясным остается вопрос об использовании различных элементов, исключая бор, для реконструкции пресноводных и морских обстановок в условиях древних дельт.

На наш взгляд, в выяснении аналогий и различий современных и прошлых процессов аллювиального литогенеза и его продуктов необходимо исходить из следующего. Процессы механического осадконакопления применительно к соответствующим типам речных осадков мало изменились с древних эпох. При геохимических процессах в до-биогенный этап развития земной коры минерализация и аккумуляция химических элементов в речных долинах имела определенную специфику, связанную с химизмом атмосферы, гидросфера и отсутствием органических форм миграции элементов. Появление и развитие биосфера качественно и количественно изменило формы и объемы речной миграции и аккумуляции вещества. Пойменный процесс как сочетание аллювиальных, биогенных и почвенных процессов мог развиваться только с появлением живого вещества и его эволюции. Кроме того, в процессе развития земной коры и ее отдельных регионов изменялся состав атмосферы, гидросферы, биосферы, энергетика геологических процессов, что вело к эволюции кларков земной коры, пород водоразделов, а следовательно, и состава аллювия.

С выступлением человека в качестве геологического фактора механические, химические, биогенные процессы и факторы в речных долинах часто претерпевают значительные изменения, нарушающие естественные закономерности аллювиального литогенеза.

В геохимическом аспекте более сложная специфика химической дифференциации аллювия в антропогене определяется рядом условий, характерных для ледникового облика последнего геологического периода: 1) изменениями, миграцией и динамикой ледниковых (моренных) источников материала для речного осадконакопления; 2) наличием специфических палеоморфологических обстановок аллювиального литогенеза в условиях аллювиальных равнин типа полесий, переходов зандровых долин в аллювиальные, в наложении речных долин на ложбины ледникового выпахивания и размыва; 3) наличием перигляциального аллювия и аллювиальных лессов; 4) перемещением физико-географических зон; 5) изменениями палеоклимата в связи с наступлением, стоянием и отступлением ледников, влиянием вечной мерзлоты на состав терригенного материала и миграцию элементов и новообразованиями под воздействием физико-химических, электрохимических и других процессов в зонах таликов. Наконец, эта специфика проявляется в воздействии на реки и их осадки антропогеновой

биосфера и техносфера.

В свете сказанного принцип аналогий в геохимическом изучении аллювия не может быть полностью перенесен от современных и четвертичных рек на более древние речные системы.

О единстве процессов рассеяния и концентрации химических элементов в речной долине. Известно несколько определений понятия "ореол рассеяния". А.А.Сауков (1963) под ореолом рассеяния понимает зоны повышенных концентраций тех или иных элементов в горных породах, растениях или подземных водах вблизи месторождений, с которыми они связаны. А.П.Соловов (1959) характеризует направленный ореол рассеяния, или поток рассеяния, как область повышенных содержаний химического элемента, развивающуюся на путях поверхностного или подземного водного, газообразного или твердого стока с суши вблизи месторождения. Н.И.Сафонов (1971) под ореолом рассеяния понимает зону элювия-делювия (реже аллювия), обогащенную ценным компонентом. В то же время первые два исследователя рассматривают содержание элементов в ореоле по отношению к первоисточнику как понижение концентраций, третий считает, что в ореоле рассеяния могут быть концентрации химических элементов выше, чем в коренных месторождениях.

На наш взгляд, с позиций геохимии аллювиального литогенеза лучше говорить об ореолах рассеяния и концентраций химических элементов. Процессы рассеяния и концентраций элементов в речных долинах находятся в диалектическом единстве. Геохимический ореол, формирующийся в речной сети от коренного месторождения, по отношению к последнему будет ореолом рассеяния, а по отношению к речным осадкам — ореолом концентрации. Однако динамика ореола в осадке может усиливать концентрацию ценного компонента и вести к образованию россыпи или постепенно снижать вниз по потоку возникающие повышения концентраций элементов в месте попадания их в речную сеть. Имеются случаи формирования россыпей за счет рассеянных и акцессорных минералов из выветривающихся горных пород. В этом случае ореол в речной сети может быть охарактеризован только как ореол концентрации. В случае размыва аллювиальных россыпей могут образовываться ореолы рассеяния и ореолы вторичной концентрации ценных минералов. Поэтому, говоря об ореолах рассеяния или концентрации химических элементов, необходимо, во-первых, оценить, какая сторона процесса — рассеяние или концентрация — объективно доминирует в речной долине, как она проявляется в аллювиальных осадках и ореоле; во-вторых, необходимо учитывать, какая сторона процесса рассматривается и на какой объект поиска

она направлена. Изучение ореола рассеяния направлено прежде всего на поиск коренных месторождений в речных долинах, а ореола концентраций — на поиск месторождений в самих речных осадках.

Понятия "геохимический фон" и "геохимическая аномалия" относятся к категории выражения количественной стороны оценки геохимических ореолов. При поисках месторождений полезных ископаемых представляют интерес положительные аномалии с повышенными и резко повышенными концентрациями элементов по отношению к геохимическому фону, в отдельных случаях — отрицательные аномалии с резко пониженными концентрациями элементов.

Высказанные замечания по единству ореолов рассеяния и концентраций химических элементов в речных долинах выдвигают ряд задач по изучению ореолов: 1) выяснение пространственной структуры ореолов, характера распределения химического элемента (минерала) в нем, взаимоотношений различных форм нахождения элемента в ореоле; 2) определение закономерностей изменения ореолов во времени в связи с вертикальной эрозией коренного источника, по причине изменения динамики потока либо размыва и переотложения материала аллювиальных россыпей; 3) исследование ассоциаций химических элементов в ореоле, их пространственной и временной динамики; 4) выяснение количественных взаимоотношений элементов и их ассоциаций в ореолах рассеяния и концентраций, между ореолами и окружающими осадками, ореолами и коренными источниками; 5) на основе предыдущих задач разработка новых признаков и показателей, необходимых для поиска месторождений полезных ископаемых с заведомой степенью достоверности их обнаружения.

Техногенез и изучение аллювиальных отложений. В условиях техногенных изменений в ландшафтах речных долин меняются процессы и режимы речного переноса и отложения вещества, его дифференциации, форм переноса. В миграцию и аккумуляцию вступают вещества и соединения, не свойственные природной обстановке; происходит перемена в экосистемах пойм, старичных и озерных водоемов. Отходы промышленных, коммунальных предприятий и транспорта вызывают изменения в окружающей среде, вредные для фауны, флоры и человека. Загрязнения часто осложняют геохимические поиски полезных ископаемых в речных долинах либо делают их практически невозможными. Результаты деятельности человека вступают в противоречия с природой.

В геохимическом отношении изучение проблем аллювиального литогенеза и геохимических поисков в таких случаях должно сочетаться с познанием химических особенностей техногенной деятель-

ности, состава ее продуктов, поступающих в природную среду, с выяснением геохимических, биогеохимических, биологических, медицинских и других последствий этого влияния на окружающую среду. В методологическом плане важно исследование не отдельных этих звеньев, а их совокупности в природно-техногенном комплексе, объединяющем как процессы и продукты техногенеза, так и их воздействие на биосферные компоненты и последствия этого воздействия.

Должны выясниться характер химических загрязнений, уровень концентрации химических элементов и их ассоциации не только в местах прямого техногенного воздействия на среду, но и во всей долине и конечном водоеме стока. Параллельно должны опробоваться осадки рек и дельт, не подверженные техногенному воздействию.

Изучение должно включать выяснение масштабов и характера техногенного воздействия, проведение районирования территории по техногенному воздействию на ландшафты и их составляющие, определение природно-техногенных комплексов, исследование химических, физико-химических и геохимических процессов воздействия загрязнений на ландшафты речных долин, геохимический прогноз последствий этих воздействий, выяснение сущности геохимических процессов самоочищения в природе и пределов ее устойчивости к техногенезу. Требуются исследования по методике опробования, анализа и изучения вод, осадков, растений в местах техногенных ореолов рассеяния химических элементов и аномалий, по методам интерпретации получаемых данных, способам борьбы с нежелательными последствиями и их профилактике.

Таким образом, изучение аллювиального литогенеза в настоящее время получило различные направления и стало важным разделом учения о генетических типах отложений. Одним из самых плодотворных направлений явилась геохимия аллювиального литогенеза, выясняющая геохимические процессы и состав продуктов литогенеза. Она выдвинула ряд новых методологических и методических приемов в изучении речных отложений, имеющих важное теоретическое и практическое значение.

Литература

Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л., 1958.

Аллювиальный литогенез. Библиографический указатель литературы. Сост. В.А. Кузнецов. Минск, 1975.

Батурина В.П. К петрографии аллювия рек Союза. -- Бюлл. Моск. об-ва испытателей природы, отд. геол., т. 12, вып. 3. М., 1934.

Билибин Ю.А. Основы геологии россыпей. М., 1956.

Богомолов Г.В. Гидрогеология с основами инженерной геологии. М., 1975.

Богомолов Г.В., Матвеева Л.И., Кудельский А.В. Химический состав поровых растворов и озерно-аллювиальных глинистых отложений западного Полесья. — ДАН БССР, 1970, т. 14, № 7.

Ботвинкин Л.Н. Методическое руководство по изучению слоистости. — Труды ГИН АН СССР, вып. III. М., 1965.

Ван Хутен Ф.Б. Некоторые нерешенные проблемы генезиса красноцветов. — В кн.: Проблемы палеоклиматологии. М., 1968.

Вернадский В.И. Избр. соч., т. 4. М., 1960.

Вернадский В.И. Химическое строение биосфера Земли и ее окружения. М., 1965.

Взаимодействие наук при изучении Земли (под ред. Баранова В.И., Карус Е.В. и др.). М., 1964.

Гордеев Д.И., Куражковская Е.А. Закономерности познания и вопросы истории геологии. М., 1973.

Горецкий Г.И. Аллювиальная летопись Великого Пра-Днепра. М., 1970.

Горецкий Г.И. Генетические типы и разновидности перигляциальных формаций. — В кн.: Материалы по генезису и литологии четвертичных отложений. Минск, 1961.

Добропольский В.В. Гипергенез четвертичного периода. М., 1966.

Докучаев В.В. Способы образования речных долин европейской России. Избр. соч. М., 1948.

Дружинин И.П., Коваленко З.П., Кукушкина В.П., Хамьянова Н.В. Речной сток и геофизические процессы. Минск, 1966.

Кленова М.В., Берг Л.С., Краснова Н.Г. Геология дельты Волги. — Труды Гос. океанограф. ин-та, вып. 18 (30). М., 1951.

Коновалов Г.С. Микроэлементы в главнейших реках СССР. — ДАН СССР, 1959, т. 130, № 3.

Костерин А.В. Шлихо-минералогический и шлихо-геохимический методы поисков рудных месторождений. Новосибирск, 1972.

Кузнецов В.А. Литолого-геохимическая характеристика аллювия бассейна Припяти. Автореферат канд. дис. Минск, 1965.

Кузнецов В.А. Геохимия аллювиального литогенеза. Минск, 1973 а.

Кузнецов В.А. Геологические условия формирования аллювия бассейна Верхнего Днепра в палеоген-антропогене. Автореферат докт. дис. Вильнюс, 1973 б.

Кузнецов В.А. Геохимические поиски в речных долинах. Минск, 1976.

Куражковская Е.А. Геологическая материальная система и закономерности ее развития. М., 1971.

Лаврушин Ю.А. Типы четвертичного аллювия нижнего Енисея. М., 1961.

Лазаренко А.А. Литология аллювия равнинных рек гумидной зоны. М., 1964.

Личков Б.Л. О полосах полесья и происхождении рельефа Русской равнины. Изв. АН СССР, сер. географ. и геофиз., 1944, т. 8, № 1.

Лукашев В.К. Геохимия четвертичного литогенеза. Минск, 1970.

Лукашев В.К., Кузнецов В.А., Матруничук Л.И. Литохимические фации кайнозоя запада Русской платформы. Минск, 1974.

- Лукашев К.И. Генетические типы и фации антропогенных отложений. Минск, 1960.
- Лукашев К.И. Геология четвертичного периода. Минск, 1971.
- Лукашев К.И. Очерки по геохимии гипергенеза. Минск, 1963.
- Лукашев К.И., Кузнецова В.А. Взаимодействие между космическими и геохимическими процессами и некоторые геохимические проблемы. — Известия АН БССР, серия физ.-техн. наук, 1963, № 4.
- Лунев Б.С. Дифференциация осадков в современном аллювии. Пермь, 1967.
- Максимов Е.В. Проблемы оледенения Земли и ритмы в природе. Л., 1972.
- Максимович Г.А. Химическая география вод суши. М., 1955.
- Мандер Е.П. Антропогенные отложения и развитие рельефа Белоруссии. Минск, 1973.
- Мизеров Б.В., Черноусов С.И., Абрамов С.П. Сухоруков С.С., Вотах М.Р. Аллювиальные и озерно-аллювиальные кайнозойские отложения Среднего Приобья. Новосибирск, 1971.
- Николаев Н.И. Генетические типы новейших континентальных отложений. — Бюлл. Московского об-ва испытателей природы, отд. геол., т. 21, вып. 4, 1946.
- Поликарпочкин В.В. Геохимические поиски рудных месторождений по потокам рассеяния. — "Советская геология", 1962, № 4.
- Происхождение "изборожденных земель". — "Земля и Вселенная", 1975, № 4.
- Рожков И.С. Размещение древних ископаемых россыпей и факторы, контролирующие их образование. — В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых, т. 3. М., 1960.
- Рухин Л.Б. Проблемы образования древних аллювиальных отложений. — В кн.: Вопросы седиментологии. Л., 1960.
- Смирнов В.И. Геологические основы поисков и разведки рудных месторождений. М., 1967.
- Сауков А.А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. М., 1963.
- Сафонов Н.И. Основы геохимических методов поисков рудных месторождений. Л., 1971.
- Сергеенко А.С. Метеоритная пыль в четвертичных отложениях бассейна верхнего течения р. Индигирки. — В кн.: Геология россыпей Якутии. М., 1964.
- Соловьев А.П. Основы теории и практики металлометрической съемки. Алма-Ата, 1959.
- Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. М., 1962.
- Трофимов В.С. Генетические типы россыпей и закономерности их размещения. — В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых, т. 4. М., 1960.
- Шанцер Е.В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит. — Труды ГИН АН СССР, серия геол., вып. I35. М., 1951.
- Шанцер Е.В. Типы аллювиальных отложений. — В кн.: Вопросы геологии антропогена. М., 1961.

A il len J.R.L. Studies in the fluviative sedimentation sick cyclothemes from the lower old Red Sandstone, Anglowelsh basin. Sedimentology, N 3, 1964.

H os king K.F.G., N ai k S.M., B ur n R.G., O ng P. Study of the distribution of Sn, As, Cu in the sediments and of the total heavy-metals in the water of the Menaihyl river, Midd-Cornwall. The Camborne School of Mines Magazine, vol. 62, 1962.

W ebb J.S., W ak er M.D., R ich ard M. Geochemical anomalies in the coastal environment of Vania Lewa, Fiji Mining Magazine, vol. 109, 1963.

К.И.Лукашев, И.К.Вадковская

НЕКОТОРЫЕ СОЦИАЛЬНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ
АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ "ЧЕЛОВЕК И БИОСФЕРА"

Угроза экосистемам биосфера, ее истоки. Коренные изменения, происходящие в биосфере, ландшафтах и ресурсах, особенно в связи с химическим загрязнением и уничтожением растительного и животного мира, безусловно, представляют большую угрозу для окружающей среды и экосистем биосфера, и поэтому не удивительно, что проблема "Человек и биосфера" в настоящее время находится в центре внимания мировой общественности.

Бурный научно-технический прогресс сопровождается коренной перестройкой биосферы и особенно ее растительного покрова и животного мира: загрязняются атмосфера, природные воды, увеличивается концентрация пыли, окиси углерода, азота, сернистого газа, радиоактивных веществ, исчезают отдельные виды животных и растений, становится более ощутимой нехватка пресной воды и т.д. (Кириллин, 1972; Сидоренко, 1969; Лукашев, 1975; Шварц, 1975). Биосфера (особенно в индустриальных районах США и Западной Европы) утрачивает способность к восстановлению нарушенных равновесий геохимического и биогеохимического круговорота вещества и энергии, нормального выполнения многообразных биогеохимических функций, с которыми связаны образования газов атмосферы, окислительно-восстановительные процессы, концентрация и рассеяние химических элементов в ландшафтах и др. В ряде районов назревает региональный "экологический кризис", подрывающий основы биологической продуктивности биосфера (Эренфельд, 1973; Парсон, 1969).

В связи с этим в капиталистических странах изобретаются различные концепции об "экологическом кризисе биосфера". Одни буржуазные ученые воскрешают давно опровергнутые наукой и практикой пресловутые "теории" Мальтуса об угрожающей перенаселенности мира, излишке людей на Земле и т.п. Даются рекомендации резко сокращать потребление минеральных ресурсов, сокращать дальнейший рост населения, промышленного производства, переключать материальные средства на борьбу с загрязнением окружающей среды. В таком духе составлены, в частности, прогностические "обоснования" мирового развития до 2100г. в коллективной работе "Границы роста" *, в которой под руководством известного социолога Д.Медоуза на основе расчетов динамики промышленного производства, продуктов питания, запасов минерального сырья, численности населения и загрязнения окружающей среды делается вывод, что дальнейший рост промышленного производства и увеличение численности населения ведут человечество к гибели. Поэтому общество должно стремиться к состоянию "нулевого роста" в производстве, потреблении, рождаемости как единственному способу самосохранения. Разумеется, эти неомальтизанские концепции в указанной постановке антинаучны.

Другие буржуазные ученые "экологический кризис биосфера" трактуют как чисто биологическое явление (вымирание отдельных видов животных), не связанное с социально-экономической системой, определяющей, как известно, характер взаимоотношений общества с природой. Основной упор делается на негативный характер человеческой деятельности в целом независимо от того, осуществляется она в капиталистическом обществе, действующем по принципу "после нас хоть потоп", или в социалистическом, стремящемся взять от природы все возможное, не уменьшая красоты ландшафтов и бережно используя ресурсы природы.

Концепциями об "экологическом кризисе биосфера" игнорируется тот факт, что в социалистических условиях природопользования и достижений научно-технического прогресса человек стремится сознательно управлять развитием биосфера и предвидеть результаты и последствия своей хозяйственной деятельности (Лукашев, Вадковская, 1975).

Советские ученые решительно отвергают буржуазные концепции о "конфликте человека с природой", об "экологическом кризисе биосфера" на планете. Руководствуясь марксистско-ленинским учением, они считают, что потенциальные возможности природы практически неисчерпаемы, ее можно и должно целенаправленно преобразовывать в интересах общества, не снижая, а увеличивая продуктивность ре-

* The limits to growth. New York, 1972.

сурсов. В то же время вызывает тревогу тот факт, что в результате хищнической эксплуатации природных ресурсов в капиталистических странах, применения несовершенной технологии в области использования минерального или сельскохозяйственного сырья и загрязнения атмосферы, воды и почв отходами промышленного производства на планете исчезают отдельные виды биоценозов, истощаются месторождения полезных ископаемых, а в некоторых районах образуются токсические условия, подавляющие развитие живых организмов, и нарастает серьезная угроза продуктивности биосфера (Методологические аспекты исследования биосфера, 1975).

Разговоры об общем "экологическом кризисе биосфера" без учета социальных условий общественного развития ведутся в интересах международных монополий. Как правильно отмечает Э. Гертнер (1974), монополии, реально оценивая углубление и обострение общего кризиса капитализма, который может быть для них смертельным, стремятся обосновать серию хорошо дозированных кризисов.

Согласно марксистско-ленинской теории, стихийно развивающееся капиталистическое производство приводит к конфликту человека с природой. В социалистическом строе заложены необходимые условия для гармоничного взаимодействия общества с природной средой и оптимального использования природных ресурсов без ущерба для окружающей среды. Уже теперь научно-технический прогресс в условиях социалистического общества позволяет управлять многими природными процессами в интересах научного, экономического и технического развития, а будущее откроет для этого еще большие возможности.

В капиталистических странах научно-технический прогресс все сильнее обостряет противоречия между капиталистическим способом производства и природной средой. Он способствует хищническому истреблению природных ресурсов, животного и растительного мира. Особенно ярко проявляют это монополистические корпорации США и западноевропейских стран в отношении нефти, биологических ресурсов Мирового океана, загрязнения окружающей среды промышленными отходами. Одной из главных причин глобального возникновения и обострения проблемы ухудшения окружающей среды является то, что в развитых капиталистических странах научно-техническая революция происходит без учета экологических процессов в биосфере, ее эволюционных возможностей. Поэтому величайшие достижения научно-технической революции превращаются в средства научно-технического хищничества. Чтобы избежать "кризисных явлений" во взаимоотношении человека с природой, необходимо осуществлять действенные

меры как в отдельных странах, так и в глобальных масштабах.

Социальные и биологические требования к экосреде. Экосреда жизни и деятельности человека — это многообразное сочетание естественных, социальных и экономических комплексов, специфика которых определяется развитием производительных сил общества и производственными отношениями. В географии такие комплексы называют культурными (антропогенными и техногенными) ландшафтами (Лукашев, Вадковская, 1975). В каждой природной зоне и ландшафтном регионе антропогенная экосреда имеет такие особенности, учитывая которые, человек приспособливается к ней, изменения ее в пределах возможного. Несостоятельны как утверждения буржуазных учёных, ставящих развитие цивилизаций и общества в полную зависимость от окружающей среды, так и точки зрения, в которых недооценивается роль природной среды в развитии общества, особенно на его первых этапах. С экосредой связаны климатические и гидрogeологические условия, почвенное плодородие, биомасса и биологическая продуктивность растительного и животного мира, наличие или отсутствие минеральных ресурсов, в зависимости от которых удовлетворяются жизненные потребности и организуется производственная деятельность общества. По мере развития общества сокращается естественная экосреда и возрастает роль искусственной антропогенной (техногенной) среды. Это сопровождается в ландшафтах существенными нарушениями природных равновесий, которые часто становятся необратимыми. С ростом городов и индустриальных центров, расширением применения новых научно-технических способов переработки естественных ресурсов возрастает влияние на окружающую среду. Поэтому проблема улучшения экосреды, необходимой для человека, приобретает исключительно важное значение.

Создание нормальной для человека экосреды в быстро изменяющейся биосфере, по мнению авторов (Лукашев, Вадковская, 1975), должно включать следующие наиболее важные аспекты: социально-экономические, обеспечивающие наиболее оптимальные системы планирования в области использования ресурсов ландшафтов и экосистем, их эксплуатации и воспроизводства, а также экономической заинтересованности предприятий и организаций в соблюдении планов и норм рационального природопользования; архитектурно-строительные, предусматривающие оптимальные принципы градостроительства, промышленных комплексов, гидроэлектростанций и др., учитывающие потенциальные различия биосфера, источники возможного загрязнения; технологические, связанные с наиболее рациональным и комплексным использованием минеральных ресурсов, устраняющие загрязнение.

нение экосистем, отравление организмов ядохимикатами и включающие использование новых методов контроля и борьбы с поступлением в биосферу загрязняющих веществ; инженерно-геологические, обеспечивающие оценку геологической среды: тектонические, гидрологические и другие условия для оптимального решения вопросов проектирования и прогнозирования при строительстве, мелиорации, добыче полезных ископаемых, создании водозаборов; санитарно-гигиенические, связанные с комплексом мер по чистоте воздуха, воды, пищи, предотвращению потенциальной возможности загрязнения их токсическими веществами, загрязнения бактериями — носителями различных заболеваний; рекреационные, предусматривающие (при техногенном изменении ландшафтов, отчуждении территорий под застройки и т.п.) осуществление мероприятий, наиболее благоприятных для использования биоклиматических факторов, ресурсов минеральных вод; организации зон отдыха и парков с учетом рекомендаций специалистов по медицинской географии и др.

Возможности научно-технического прогресса в области управления природными процессами. В 1974 г. Советский Союз внес на рассмотрение XXIX сессии Генеральной Ассамблеи ООН проект конвенции "О запрещении воздействия на природную среду и климат в военных и иных целях, не совместимых с интересами обеспечения международной безопасности, благосостоянием и здоровьем людей". Проект требует, чтобы каждое государство — участник конвенции обязалось не проводить разработки метеорологических, геофизических и любых иных научно-технических способов воздействия на природную среду, включая атмосферу, поверхность суши, дно морей и океанов, земные недра, водную среду и любые иные элементы окружающей среды, если эти способы несовместимы с обеспечением международной безопасности, благосостояния и здоровья людей.

Используя современные достижения научно-технического прогресса, человек в состоянии управлять многими природными процессами. В то же время человек способен направлять техногенные процессы, с учетом защиты и охраны окружающей среды от загрязнения, на увеличение почвенного плодородия, более эффективное использование минеральных и биологических ресурсов и т.д. На основе заблаговременного прогнозирования и совершенствования социально-экономического механизма управления природопользованием можно целенаправленно развивать производительные силы, повышать экономический и природный потенциал ресурсов, увеличивать биологическую продуктивность естественных и культурных экосистем, повышать полноту и комплексность использования природных ресурсов, применять новые

способы и технические средства в производственных процессах, научных исследованиях и т.д.

В будущем человек сможет управлять и многими другими процессами: фотосинтезом, обеспечением почвенного плодородия главным образом за счет деятельности растений, животных и микроорганизмов; регулированием равновесий в ландшафтах, способствующих нормальному осуществлению живым веществом геохимических функций биологического круговорота, ограничивающего накопление токсических элементов и компонентов (ртути, свинца, стронция, аммиака, нитратов, гидросульфидов, радиоактивных веществ и т.д.); техническими или биологическими превращениями промышленных и бытовых отходов в новые ресурсы; созданием экологических условий среды с такими параметрами, которые обеспечивали бы продовольствием многие миллиарды людей, предостерегали их от заболеваний, способствовали долголетию; механизмом питания растений и животных абиотическими элементами и созданием наиболее благоприятных условий для их развития.

В решении этих и других вопросов, касающихся регулирования и управления природными процессами в ландшафтах, наиболее важно установить, что, когда и как осуществлять, какие критерии целесообразности и эффективности и в каких сочетаниях использовать в зависимости от природных комплексов, способов и средств научно-технического прогресса.

Принципы советской политики в области охраны природы и рационального использования ресурсов. В Советском Союзе впервые в мире охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов возведены в ранг государственной политики первыми декретами о земле, лесе, заповедниках, подписанными В.И.Лениным. Эти вопросы нашли отражение и в Программе КПСС, в решениях XXI и XXII съездов нашей партии и других партийных документах.

ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли ряд постановлений, связанных с предотвращениями загрязнений бассейнов Волги и Урала неочищенными сточными водами, освоением ресурсов в бассейне озера Байкал и сохранением уникальных свойств этого водоема. Верховный Совет СССР в сентябре 1972 г. принял Постановление "О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов", в котором обращает внимание на то, что охрана природы является частью программы строительства коммунизма в СССР. В постановлении указывается, что основными мерами являются совершенствование планирования, комплексное использование природных ресурсов, строительство очистных сооружений,

предотвращение вредных выбросов в атмосферу и сброса сточных вод, разработка градостроительных нормативов, расширение научно-исследовательских работ.

В соответствии с Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 24 декабря 1972 г. разрабатываются перспективные и годовые планы природопользования как составные части планов развития народного хозяйства союзных республик и СССР в целом. Академии наук СССР и Государственному комитету Совета Министров СССР по науке и технике поручено организовать Межведомственный научно-технический совет по комплексным проблемам окружающей жизненной среды, что позволит координировать мероприятия в этой области и устранить ведомственную ограниченность в использовании природных ресурсов и охраны биосфера.

В народнохозяйственных планах 1975 и 1976 гг. содержатся специальные разделы по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов, воспроизводству рыбных запасов, охране недр и т.д. Рациональное использование ресурсов биосфера -- минеральных, водных, растительных, животных -- охватывает комплекс вопросов: эффективное использование ресурсов биосфера в соответствующих отраслях хозяйственной деятельности, утилизация отходов, повышение коэффициента извлекаемости полезных компонентов из руд, использование всего комплекса компонентов бедных руд, расширение номенклатуры заменителей одних видов сырья другими, осуществление ряда технологических мероприятий в области борьбы с загрязнением среды отходами промышленности и транспорта, эффективное использование удобрений и ядохимикатов, способствующих увеличению продуктивности биоценозов, использование в прудах и водоемах горячих промышленных стоков, эффективное научное управление развитием растительных и животных сообществ, способствующих сохранению и увеличению численности популяций, комплексная разработка научных проблем, связанных с выяснением биологической, геохимической, географической закономерностей процессов эволюции биосфера под влиянием естественных и техногенных факторов.

Планирование оптимального размещения промышленных комплексов, городских и сельских населенных пунктов, инженерных сооружений с учетом природных условий является важнейшей предпосылкой для предотвращения загрязнения биосфера, комплексного использования ресурсов и применения новейших способов охраны от загрязнения воды, воздуха, почвы, предотвращения шума, вибраций и т.д. Особенно важно при этом благоустройство территорий, предусматривающее увеличение площадей зеленых насаждений, искусственных водоем-

мов, разумное размещение различных секций городского хозяйства, наиболее полно отвечающего требованиям санитарных норм и т.д.

Требуется углубленное изучение техногенно-естественных комплексов ландшафтов и экосистем с учетом происходящих в них трансформаций под воздействием хозяйственной деятельности и других факторов. Особого внимания заслуживают вопросы расширения фондов продуктивных земель, осуществления мероприятий по борьбе с эрозией почв, рационального использования химических удобрений и средств защиты животных от вредителей. Очень важно контролировать поступление в водоемы продуктов эрозии почв (фосфаты, нитраты), накопление которых изменяет баланс кислорода, влияет на развитие водорослей и заражает озерные водоемы гнилостными продуктами (сероводород).

В Белоруссии в области охраны ресурсов биосфера, их воспроизведения и увеличения их продуктивности осуществляются различные мероприятия. Приняты законодательства об охране природы республики — земли, воды, почвы, недр, лесов. На учрежденный в 1960 г. Государственный комитет Совета Министров БССР по охране природы возложен контроль за выполнением решений партии и правительства по охране природных ресурсов. В соответствии с этими решениями отдельные министерства и ведомства республики осуществляют большой комплекс мероприятий по рациональному использованию земельных, водных, минеральных, растительных и животных ресурсов, осуществлению технологических мероприятий по борьбе с загрязнением почвы, воздуха, природных вод и т.д..

В научных учреждениях Академии наук БССР и ведомств разрабатываются вопросы, связанные с более эффективным использованием земель в сельскохозяйственном производстве, повышением плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур, выведением новых сортов культурных растений и пород животных, применением минеральных и органических удобрений и т.д.

Международные программы и сотрудничество в области охраны биосфера. В 1971 г. ЮНЕСКО приняло международную программу "Человек и биосфера" (Тюрюканов, 1973; Лукашев, 1975). Ее название предопределяет изучение сложного комплекса взаимодействий социального и природного характера в глобальном и региональном аспектах с использованием современных научно-технических достижений. Указывается, что задачей программы является стимулирование и координирование исследований по биосфере, оказание помощи и поддержки в осуществлении отдельных проектов.

Для начального этапа в программу включено 13 международных

проектов. Из них 7 предусматривают изучение влияния человека на главные экологические системы и физико-географические ландшафты тропического леса, экосистемы и ландшафты умеренной зоны, средиземноморья, лугов, пастбищ, саванн, пустынь и полупустынь, озер, болот, рек, дельт, эстуариев, прибрежных, горных и островных районов. Четыре проекта включают изучение вопросов, связанных с сохранением естественных районов и содержанием в них генетического материала, с экологической оценкой борьбы с сельскохозяйственными вредителями и использованием удобрений в земных и водных экосистемах, влиянием инженерно-технических работ на человека и окружающую среду, взаимодействием между преобразованиями окружающей среды и генетическими и демографическими изменениями. Два проекта посвящены изучению экологических аспектов использования энергии в городских и промышленных системах, а также необходимости общего понимания глобального состояния окружающей среды с целью разработки критериев и действенных мероприятий для эффективного осуществления проектов программы.

Страны социалистического лагеря осуществляют долгосрочное планирование в рамках СЭВ, экономическую интеграцию в области развития народного хозяйства и использования природных ресурсов. При экономической интеграции наиболее эффективно планируется добыча и переработка основных видов сырья и топлива, проведение научных исследований и т.д.

Поскольку проблема охраны биосферы и ее ресурсов становится глобальной, Советский Союз призывает к международному сотрудничеству в области охраны окружающей среды и является инициатором заключения ряда межгосударственных соглашений с отдельными странами — Францией, Швецией, США и др. — в целях координации действий и применения научно-технических достижений в решении вопросов рационального использования природных ресурсов. Наша страна исходит из того, что коллективным разумом и могучей техникой, знанием общественных и природных законов развития, плановыми и координированными действиями не только локально, но и в масштабах всей планеты человечество сумеет рационально использовать ресурсы биосферы и предопределить ее развитие.

Некоторые научные и методологические проблемы изучения биосферы. Биосфера нуждается в защите от хищнического использования ее ресурсов и загрязнения, в разумном природопользовании, обеспечивающем гармоничное сочетание интересов общества и развития биосферы. Нужно отказаться не от научно-технического прогресса, как предлагают некоторые буржуазные ученые, а от ряда хозяйствен-

ных способов отрицательного воздействия на биосферу, следует многое изменить в системе промышленного производства и сельского хозяйства, использования удобрений и ядохимикатов, технологии производственных процессов и т.п. Все это требует новых подходов к постановке научных исследований, координации мероприятий по охране природы.

Уже в настоящее время во многих странах и, прежде всего в странах СЭВ, ведутся научные и технологические разработки в следующих основных областях: создание безотходных производственных циклов и систем; максимальное использование отходов, прежде всего в металлургии и химической промышленности; создание новых видов транспорта и горючих материалов с максимальным использованием топлива при низких температурах сгорания и безвредных для биосферы; производство новых видов удобрений, замена синтетических пестицидов естественными биологическими методами борьбы с насекомыми и др.; разработка систем регенерации канализационных и пищевых отбросов непосредственно в почву; экологически обоснованное планирование землепользования включая городское строительство, размещение промышленных узлов и др.

В нашей стране руководство вопросами охраны природы и рационального использования природных ресурсов возложено на созданный Межведомственный научно-технический совет при Государственном комитете Совета Министров СССР по науке и технике. Главной задачей совета является улучшение организации и координации научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ по решению важнейших научно-технических проблем в области рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды. На Межведомственный совет при участии министерств и ведомств возложены разработка предложений, направленных на улучшение использования природных ресурсов в СССР, сохранение и воспроизводство возобновляемых природных ресурсов; рассмотрение вопросов контроля и надзора в этой области; охрана окружающей среды и контроль уровня ее загрязнения. Совет определяет основные научно-технические проблемы в области охраны окружающей природной среды и рационального использования природных ресурсов, разрабатывает координационные планы работ по решению этих проблем, рассматривает годовые планы исследований в этой области и объемы финансирования соответствующих работ, осуществляет методическое руководство работами, которые проводятся министерствами и ведомствами в области создания новых технологических процессов, позволяющих исключить или резко снизить вредные выбросы в водоемы, атмосферу и

почву.

Разносторонняя работа по изучению биосферы, рациональному использованию и охране ее ресурсов осуществляется в Академии наук СССР и республиканских академиях.

Многое в этом отношении осуществляется и в Белоруссии. Разработан научно-технический прогноз возможных изменений в биосфере в результате развития отраслей народного хозяйства республики и соответствующие рекомендации по рациональному использованию и охране ресурсов биосферы. В рекомендациях предусматривается развитие фундаментальных и прикладных исследований, направленных на разработку наиболее эффективных способов природопользования, оценок и прогнозов состояния и эволюции биологической среды, влияния загрязнений на биоценозы и экосистемы, атмосферу, природные воды и почву; разработка научных основ технологических процессов, исключающих вредное влияние загрязнений на окружающую среду, принципов и способов оценки полезных и вредных результатов воздействия человеческой деятельности на биосферу и др.

Основные направления научных исследований по проблеме биосферы в Белорусской ССР были рассмотрены и определены в декабре 1973 г. научной сессией общего собрания Академии наук БССР. Они предусматривают в качестве важнейшей задачи научных учреждений Белорусской ССР развитие комплексных исследований, направленных на разработку научных основ природопользования, оценок и прогнозов состояния среды. Президиум АН БССР в мае 1974 г. в связи с необходимостью усиления внимания к вопросам взаимосвязи человека с окружающей средой дополнил перечень научных направлений международной проблемой "Человек и биосфера". Решение этой проблемы должно быть направлено на обеспечение максимальной эффективности общественного производства при наиболее рациональных формах использования всех видов природных ресурсов, а также на создание оптимальных условий труда и жизни человека.

Указанные общие направления изучения биосферы, прогнозирования возможных в ней изменений в результате хозяйственной деятельности человека нуждаются в разработке более конкретных проблем для организации научных исследований и опытных наблюдений в отдельных институтах АН БССР, высших учебных заведениях и отраслевых институтах министерств и ведомств. Они должны включать научные исследования в области географии, геологии, геофизики, геохимии, биологии растений и животного мира, экономики, технологий, права, энергетики, моделирования и др.

Литература

Г е р т н е р Э. В поисках несуществующего выхода. — "За рубежом", 1974, № 41.

К и р и л л и н В.А. О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов. Доклад на сессии Верховного Совета. — "Правда", 1972, 19 сентября.

Л у к а ш е в К.И., В а д к о в с к а я И.К. Геохимические процессы в ландшафтах Белоруссии. Минск, 1975.

Л у к а ш е в К.И. Некоторые задачи географического изучения биосферы. Минск, 1975.

Л ъ в о в и ч М.И. Водные ресурсы будущего. М., 1964.

Методологические аспекты исследования биосферы. М., 1975.

О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов (Постановление Верховного Совета СССР от 20 сентября 1972 г.). М., 1972.

П а р с о н Р. Природа предъявляет счет (Охрана природных ресурсов в США). М., 1969.

С и д о р е н к о А.В. Человек. Техника. Земля. М., 1969.

Т ў р ю ч а н о в А.Н. Биосфера и человечество. М., 1973.

Ш в а р ц И.С. Экологические основы охраны биосферы. — "Охота и охотничье хозяйство", 1975, № 8.

Э р е н ф е л ь д Д. Природа и люди. М., 1973.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
От редактора	3
К.И.ЛУКАШЕВ. Научно-техническая революция и новые направления развития геологических наук	4
А.П.ЕМЕЛЬЯНОВ, Ю.Н.КУЗНЕЦОВ, Г.Г.ДОМИНИКОВСКИЙ. Системный анализ в науках о Земле	14
А.В.КУДЕЛЬСКИЙ. К вопросу истинности научного познания в геохимии (некоторые методологические и методические приемы корреляционной геохимии)	23
В.А.КУЗНЕЦОВ. Некоторые методологические и методические аспекты изучения аллювиального литогенеза	29
К.И.ЛУКАШЕВ, И.К.ВАДКОВСКАЯ. Некоторые социальные и экологические аспекты проблемы "Человек и биосфера".	44

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ

Редактор В.Л.Милковский

Корректор Г.Е.Старобинец

Техн.редактирование Г.А.Кузьмиченко

Печатается по постановлению РИСО АН БССР

АТ 21854. Подписано к печати 18/ХП-1978 г. Бумага офс.№1. Формат 60x84 1/16.
Печ.л.3,5. Усл. печ. л. 3,25. Уч.-изд.л. 3,3. Изд.зак. 218. Тип.зак. 100. Тираж
310 экз. Цена 26 коп.

Издательство "Наука и техника". Минск, Ленинский пр., 68. Ротапrint Института
геохимии и геофизики АН БССР. Минск, Ленинский пр., 68.

1860