



МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ, ФИЛОЛОГИИ И ФИЛОСОФИИ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Новосибирск. 1979

В сборнике рассматриваются важные в теоретическом и практическом отношении методологические вопросы изучения геологической формы движения материи, развития неорганической и органической природы Земли, проблемы внедрения достижений геологической науки в производство и т. д. К работе прилагается обширный список литературы.

Книга рассчитана на естествоиспытателей и философов, научных работников и студентов, пропагандистов системы партийно-политического просвещения.

РЕДКОЛЛЕГИЯ СБОРНИКА:

д-р геол.-мин. наук *А. Ф. Белоусов*, чл.-кор. АН СССР
И. В. Луцкий, д-р филос. наук *А. Т. Москаленко* (зам. отв. редактора), акад. АН СССР *А. П. Окладников*, чл.-кор. АН СССР *В. Н. Сакс*, *А. Л. Симапов* (отв. секретарь), акад. АН СССР *Б. С. Соколов*, акад. АН СССР *А. А. Трофимук* (отв. редактор), д-р геол.-мин. наук *Л. Ф. Фирсов*, д-р филос. наук *В. В. Целищев*, акад. АН СССР *А. Л. Яшин* (зам. отв. редактора).

Составитель сборника и автор предисловия
д-р филос. наук *А. Т. Москаленко*

©Издательство «Наука», 1979.

М 10502 — 830 219.79.0302020100.
042(02) — 79

ПРЕДИСЛОВИЕ

Научный совет философских (методологических) семинаров СО АН СССР наряду с серией сборников научных трудов, посвященных актуальным проблемам научного познания¹, издает серию трудов, в которых исследуются методологические вопросы конкретных наук и рассматриваются проблемы философского обобщения их достижений в условиях современной научно-технической революции. Настоящий том является вторым выпуском последней серии.

В написании и подготовке сборника к печати приняли участие как ведущие ученые, так и молодые сотрудники Института геологии и геофизики СО АН СССР и Института истории, филологии и философии СО АН СССР при большой помощи партийных организаций институтов и Советского РК КПСС г. Новосибирска. Важную роль в научной апробации публикуемых материалов сыграли философские (методологические) семинары научных учреждений СО АН СССР и научная конференция на тему «Геологическая наука в эпоху научно-технической революции и проблемы философского обобщения ее достижений», организованная в феврале 1977 г. Научным советом философских (методологических) семинаров СО АН СССР.

Публикуемый научный сборник является итогом многолетней исследовательской работы философского (методологического) семинара Института геологии и геофизики СО АН СССР, результатом практического сотрудничества специалистов-геологов и философов,

¹ См. сборники: **Методологические проблемы научного познания**. Новосибирск, 1977; **Проблемы развития современной науки**. Новосибирск, 1978; **Фундаментальные и прикладные исследования в условиях научно-технической революции**. Новосибирск, 1978.

выражением стремления ученых Сибири внести свой сильный вклад в осуществление завещанного В. И. Лениным союза философов и естествоиспытателей, диалектико-материалистической философии и конкретных наук.

В условиях научно-технической революции разработка методологических проблем науки, как показывает опыт деятельности научных учреждений СО АН СССР, является той областью, где объединение философов и естествоиспытателей жизненно необходимо. Философское обобщение достижений современной науки в условиях коренной ломки устаревших представлений и понятий, верный методологический подход к решению кардинальных проблем во многом определяют дальнейшие успехи науки, повышают ее эффективность.

Геология, как и любая другая наука, сама формирует свой предмет исследования. Последний изменяется в зависимости от исторических условий и уровня развития научной теории, от степени познания материального объекта, глубины его освоения, а также наличия определенного комплекса методологических средств, методов и приемов познания.

Развитие геологической науки в условиях современной научно-технической революции убедительно показало, что ограничение ее объекта познания рамками земной коры серьезно сдерживает развитие ее научной теории и методологически обрекает эту науку на описание (на «графию», а не «логию», по выражению Дж. Бернала) и изучение лишь следствий явлений, причины которых навсегда останутся за ее пределами. Ибо формирование того, что называется ядром, мантией и земной корой, шло одновременно, это единый, противоречивый процесс дифференциации протопланетной материи, с которого и начался геологический период в эволюции нашей планеты (предшествующий период — догеологический, космический), раскрыть законы которого и призвана геология. Исследование истории земной коры, мантии и ядра как единой саморазвивающейся системы, дает возможность вскрыть коренные законы развития как земной коры, так и Земли в целом ². Суть дела состоит в том, что изменяется предмет геологии и вместе с тем «методологиче-

² См.: Комаров В. Н. Философские вопросы науки о Земле. Казань, 1974, с. 41—42.

ская осмысленность геологического объекта (Земли), внедряются (в процесс научного познания.— А. М.) новые и усовершенствуются старые методы исследования, изменяется видение Земли»³.

Современная геология является фундаментальной наукой, которая так же, как и физика, химия, биология, астрономия, представляет собой комплекс наук ⁴, единых в своей «стратегической» цели — глубоком и всестороннем познании Земли. Геология использует и производит научный синтез данных геохимии, геофизики, минералогии, петрографии и других наук о Земле. Кроме истинного знания, которое дает геология об изучаемом ею материальном объекте, она выполняет также методологические функции, на основе которых осуществляется теоретический синтез научных дисциплин, входящих в ее комплекс. Геология, как и «всякая наука есть прикладная логика»⁵, ее методологические и гносеологические функции взаимообусловлены и состоят прежде всего в том, чтобы выработать у исследователя способность видеть объект исследования в целом, в системе его взаимосвязанных элементов и процессов, отделять главное от второстепенного.

Современная научно-техническая революция оказала существенное влияние и на развитие геологической науки. Обсуждающийся в течение ряда лет вопрос о специфике геологической формы движения материи, заслуга в постановке которого принадлежит акад. Б. М. Кедрову ⁶, показал, что качественное отличие геологических процессов «заключается в том, что как химические, так и физические процессы, протекающие в земной коре, взаимосвязаны и во времени и в пространстве, и их совокупное воздействие создает в системе Земли устойчивые⁷ и необратимые новые особенности и структуры»⁷. Геологи-

³ Там же, с. 50.

⁴ В. Е. Хаин, например, называет около 50 геологических дисциплин. См.: *Философские вопросы геологических наук на современном этапе их развития*.— В кн.: *Философские вопросы естествознания*, ч. III. М., 1960.

⁵ Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е, т. 29, с. 183.

⁶ См.: Кедров Б. М. О соотношении форм движения материи в природе.— *«Вопр. философии»*, 1959, № 4, с. 44—56.

⁷ Одинцов М. М. О специфике геологических процессов.— *«Вопр. философии»*, 1962, № 3, с. 132.

ческие процессы и явления в своей совокупности образуют особую, качественно своеобразную форму движения материи, высшую по отношению к физической и химической, диалектическое единство которых составляет ее фундамент.

В изучении геологической формы движения материи наука имеет дело с материально-энергетической саморазвивающейся системой — Землей — сложным, структурно единым космическим телом, развитие которого создает основу для появления более высокой формы движения материи, связанной с существованием биосферы. Вот почему такая наука, как палеонтология, и является своеобразным перекидным мостом в изучении двух форм движения материи — геологической и биологической. Палеонтология, являясь наукой об организмах геологического прошлого, с помощью биостратиграфического метода не только познает структурные закономерности в развитии земной коры, но и основные этапы эволюции жизни на нашей планете, древнейшие ее формы и тем самым имеет важное значение в раскрытии проблемы диалектико-материалистического понимания сущности жизни. Другая подобного рода стыковая наука — биогеохимия, создателем которой по праву считается наш выдающийся ученый В. И. Вернадский, — «корнями своими выходит за пределы планеты, опирается, как химия и геохимия, на атомы и связывается этим путем с проблемами более мощными, чем те, которые свойственны Земле или даже планете, — с наукой об атомах, атомной физикой, — с основами нашего понимания реальности в ее космическом разрезе»⁸.

Всестороннее обсуждение в советской философской и естественнонаучной литературе проблемы о специфике геологической формы движения материи способствовало не только уточнению предмета геологии, более глубокому пониманию ее стратегических целей и задач, развитию и совершенствованию ее методологических средств, укреплению ее связей и взаимодействия с другими фундаментальными науками, но и более глубокому пониманию проблем о формах движения материи в философских исследованиях, а следовательно, и взаимообогащению философии и естествознания.

⁸ Вернадский В. И. Размышления натуралиста. Кн. 2. Научная мысль как планетное явление. М., 1977, с. 111.

Геология, так же, как и любая другая наука, не может успешно развиваться без обобщения, совершенствования и использования накопленного опыта. Построение в нашей стране развитого социалистического общества за столь короткий исторический отрезок времени невозможно было бы осуществить, если бы Коммунистическая партия не опиралась на науку, ее открытия и достижения. Наука в условиях социализма, как предвидел В. И. Ленин, стала необходимым элементом всей нашей жизни, нашего быта, все чудеса, все завоевания культуры стали народным достоянием⁹. За годы строительства социализма наша страна явилась пионером крупнейших научных открытий и прежде всего в области освоения космического пространства, в опыте использования атомной энергии для нужд народного хозяйства и др. Советские ученые по праву гордятся этими достижениями советской науки.

Развитие геологической науки, ее теоретических исследований и методов познания во многом обусловливалось потребностями общественного производства в современных условиях. Последние ставят перед геологической наукой качественно новые задачи, и особенно в развитии фундаментальных исследований, без которых невозможен и полноводный поток научно-технического прогресса. «Уже сегодня, — как отмечалось в докладе Л. И. Брежнева на XXV съезде КПСС, — достаточно важны и актуальны такие глобальные проблемы, как сырьевая или энергетическая, ликвидация наиболее опасных и распространенных заболеваний и охрана окружающей среды, освоение космоса и использование ресурсов Мирового океана. В перспективе они будут оказывать все более заметное влияние на жизнь каждого народа, на всю систему международных отношений»¹⁰. В решении указанных глобальных проблем важная роль принадлежит геологической науке.

XXV съезд КПСС возложил особенно ответственные задачи на геологическую науку в народнохозяйственном освоении сибирского региона. Высокие темпы развития производительных сил Сибири, необходимость использования ее огромных богатств требуют опережающих темпов развития научных исследований, активного участия многих ученых в научной и практической проработке

⁹ См.: Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е, т. 35, с. 289.

¹⁰ Материалы XXV съезда КПСС. М., 1976, с. 56.

крупных региональных народнохозяйственных программ. В современных условиях фундаментальный научный поиск непосредственно смыкается с приложениями науки к решению народнохозяйственных задач. Осуществление комплексных народнохозяйственных программ по созданию в Западной Сибири главной нефте- и газодобывающей провинции страны, формирование Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса, развитие Ангара-Енисейского региона, хозяйственное освоение зоны Байкало-Амурской железнодорожной магистрали невозможны без участия в реализации этих программ крупных научных сил, без кооперации ученых различных отраслей знания.

Возрастание роли геологической науки в условиях научно-технической революции, усиление ее влияния на общественное производство и научно-технический прогресс зависят прежде всего от уровня фундаментальности геологических исследований, степень которой определяется их концептуальной универсальностью, вещественно-энергетической и пространственно-временной общностью. Уровень развития геологической теории, степень ее фундаментальности во многом предопределяют и методологическую вооруженность современной науки. Методы и формы познания неразрывно связаны с теорией предмета познания. Существование между ними диалектическое единство и противоречие являются источником развития науки вообще и отдельных ее отраслей в частности. В геологии, как и в любой другой науке, функция метода познания состоит в добывании и приумножении знания, функция форм познания (т. е. фундаментальные понятия, законы, теории, гипотезы) — в сохранении, закреплении уже добытого знания. Научная теория, подтвержденная опытом и взятая в совокупности ее основных форм познания, выполняет методологические функции, служит средством приумножения знания.

Наша планета Земля, как уже отмечалось, является объектом познания целого комплекса наук. Процессы, протекающие в современных науках о Земле, убедительно показывают, что главные направления развития современной науки все больше перемещаются в предвиденные Ф. Энгельсом смежные области знания, в те сферы, где происходит взаимопроникновение научных теорий и методов.

Широкое применение методов физики и химии, кибернетики, математики и механики — важнейший фактор целостного научного познания Земли. Интеграция методов и языков науки является одной из важных форм единства современного научного познания. Процесс углубления, дифференциации и интеграции науки ставит вопрос об определении специфики каждой отрасли научного познания, так как на основе смешения физического, химического, кибернетического и других аспектов исследования Земли неизбежно возникают ошибочные истолкования сущности геологических процессов. В современной науке о Земле с позиций современной методологии крайне необходимо не внешнее богатство методов, не методологический плюрализм и фетишизация формальных количественных подходов, а подлинный диалектико-материалистический синтез научных теорий и методов, который возможен только на базе методологического аппарата диалектического и исторического материализма.

В практике современных направлений в геологии применяется исключительно большое количество методов и приемов. Каждый из этих методов и приемов имеет свою историю и свое специфическое назначение. Они вырабатывались в ходе научного познания в определенной познавательной ситуации и в целях решения той или иной конкретной задачи. Однако на современном этапе развития в геологии больше, чем когда-либо, возникает необходимость синтезировать эти методы, построить стройную систему методологии науки о Земле, укрепить ее связи и совершенствовать взаимодействие с другими науками.

В настоящем сборнике редколлегия сочла необходимым опубликовать и подробную библиографию литературы по методологическим и философским вопросам наук о Земле, вышедшей за последние 25 лет в СССР и зарубежных странах. Редколлегия надеется, что публикуемая библиография будет способствовать активизации исследований, связанных с проблемами методологии научного познания в области наук о Земле, повышению их теоретического уровня и усилению интереса к этой актуальной проблематике.

Редколлегия с благодарностью примет все критические замечания, советы и пожелания, высказанные по поводу предпринятого издания трудов философских (методологических) семинаров.

Раздел I

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ В УСЛОВИЯХ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ НАУКА В ЭПОХУ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

А. А. ТРОФИМУК, *акад. АН СССР*

Развитие современной геологической науки происходит в условиях научно-технической революции (НТР), охватывающей все виды человеческой деятельности. НТР, питаясь научными достижениями, сама в свою очередь вызывает ускорение темпов развития научного знания. В связи с этим возникает проблема философского обобщения достижений науки, вызванных НТР и влияющих на нее, в том числе и в геологии. Остановимся на характеристике взаимодействия процесса НТР и геологической науки, как современной отрасли знания.

Прежде всего следует отметить то обстоятельство, что в эпоху НТР получили широкое развитие геологические исследования всей поверхности планеты, включающей не только континенты, которым раньше отдавалось предпочтение в исследованиях, но и океанические пространства и ближайшую космическую среду, — вот первые признаки начавшейся НТР в геологии. Следовательно, развернув эти исследования, наука обогатилась новыми данными о геологическом строении ранее не исследованных процессов и пространств нашей планеты.

В результате были выявлены крупнейшие на нашей планете горные океанические хребты, установлен характер рельефа этих хребтов, уловлен процесс раздвижения земной коры под океанами. Изучение океанов позволило выяснить возраст современных океанических впадин, определить стадии их развития. Таким образом, знания о геологическом строении континентов через новый фактический материал соединились со знаниями о строении земной коры под океанами в единую геологию. Конечно, мы находимся в начале этого пути, предстоит еще много сделать, но следовало бы подчеркнуть эту основную осо-

бенность НТР, которая состоит в том, что вся поверхность планеты целиком стала объектом современных геологических изысканий. Теперь мы имеем гораздо более целостное представление о лике нашей Земли.

Вместе с тем в последнее десятилетие были широко развернуты исследования верхней мантии. Если раньше почти все внимание исследователей сосредоточивалось на изучении самой верхней оболочки планеты, то сейчас НТР выдвинула во всей широте и вопрос о необходимости исследования ее глубинных оболочек. В этой области уже получен ряд крупнейших достижений. В составе верхней мантии выявлена астеносфера с ее своеобразным физическим состоянием, которая дала повод для создания новых представлений о механизме глобальных тектонических движений земной коры. Все более и более вскрываются взаимоотношения верхней мантии с корой, влияние верхней мантии на распределение минеральных богатств земной коры.

Как видно из вышеизложенного, исследования были развернуты и вширь, и вглубь, и сейчас имеются все предпосылки к тому, чтобы еще детальнее рассмотреть совокупность вопросов, связанных с нижней мантией и ядром нашей планеты.

Существенной и важнейшей приметой НТР в геологии явилось также то, что были развиты космические исследования поверхности нашей Земли с помощью искусственных спутников, а также непосредственное изучение Луны и ряда планет Солнечной системы (Марс, Венера и др.). Это, действительно, исключительный сдвиг, «взрыв» информации, который имеет прямое отношение к развитию геологии. Мы вышли за пределы земного пространства не только для того, чтобы взглянуть с этих высот на всю нашу планету и обозреть ее единым взглядом, но мы также достигли возможности непосредственно исследовать вещество Луны и ближайших к Земле планет, и этот процесс будет продолжаться дальше и приносить новые научные сообщения. Необходимо подчеркнуть, что осуществившееся исследование планет при помощи космических средств получения информации подтвердило правильность геологических представлений о строении этих планет, имевшихся до изучения планет космическим путем. Это свидетельство того, что геология, геофизика и геохимия, опираясь на совокупность всех тех данных, которыми они распола-

гали, относительно правильно прогнозировали и те явления, которые были доказаны позднее их непосредственным изучением из Космоса.

Научно-техническая революция в геологии характеризуется также и тем, что возникли новые фундаментальные учения о магматических, осадочных, рудных и метаморфических формациях, учения о фациях метаморфизма, о тектонических процессах и закономерностях их появления на планете. Конечно, зарождение такого комплекса исследований началось и на более ранних этапах изучения нашей планеты, но в условиях НТР это привело к глобальному изучению указанных процессов, к появлению таких теорий, которые охватывают в целом и земную кору, и подкоровые пространства. Причем все эти процессы, характеризующие геологическую историю, геологические явления нашей планеты, рассматриваются и в совокупности.

Отметим еще одну черту современной НТР в геологии: составляемые карты — геологические, тектонические, палеогеографические, метаморфизма — опять же охватывают всю поверхность, что также чрезвычайно важно, поскольку в указанных документах фиксируются современные представления о всех этих процессах, а это имеет немаловажное значение для последующего развития.

НТР в геологии характеризуется и тем, что в геологии получили развитие новые методы геологических, геофизических и геохимических исследований, охватывающие опять же всю планету и все глубже проникающие в ее недра. Все больше и больше появляются и развиваются «прямые» геологогеофизические методы непосредственного обнаружения скрытых полезных ископаемых, что само по себе уже обещает революцию в процессе обеспечения человечества необходимым минеральным сырьем. Вырисовываются перспективы применения голографии в геологии, а это позволит иметь объемные изображения интересующих нас частей земной коры, рудных тел и пластов, нефтегазовых «ловушек» и т. д.

Существенной особенностью НТР является успешное согласование накопленных ранее геологических знаний и современных технических средств их реализации. Именно этой особенностью объясняется небывалый успех в области выявления минеральных ресурсов в масштабе всей планеты. Только за последнее десятилетие в Советском Союзе

проведена колоссальная мобилизация минеральных ресурсов как на этапе их обнаружения, так и на этапе их промышленной переработки. Эта мобилизация обязана трем взаимодействующим факторам:

а) реальной глубине и точности геологических знаний, осветивших генезис полезных ископаемых и давших обоснование их поискам;

б) технической оснащенности геологического производственного потенциала;

в) согласованности взаимодействия науки и производства в общей программе НТР.

По мере возрастания активности и масштабов человеческой деятельности в пределах всей планеты возникает большая проблема количественной и качественной оценки общей суммы воздействия человека на природу, возникает проблема рационализации добычи и использования минеральных ресурсов. В последующем обе эти проблемы наиболее существенными своими частями выливаются в более общую природоохранную проблему мира.

Наконец, в эпоху НТР произошла интеграция геологических, геофизических и геохимических исследований на основе международных проектов геофизического года, исследования верхней мантии, года активности Солнца и т. д. Само человечество, его различные организации сплотились для того, чтобы на основе этих проектов быстрее познать основные свойства Земли как колыбели человечества — основы его развития и процветания.

Конечно же, здесь перечислены не все основные сдвиги в геологии и черты ее прогресса, но их совокупность свидетельствует о том, что мы — участники совершающейся на наших глазах НТР в геологии. И сейчас еще можно в литературе встретить сомнение: а произошла ли она в этой, как некоторые думают «отсталой», области науки, или ей еще только предстоит начаться? Произошла! Уже победоношествует в геологии, дает свои плоды, и мы все являемся ее участниками. Мы можем только сожалеть, что в отдельных своих этапах НТР в геологии продвигается, вероятно, не так быстро, как хотелось бы, и нам нужно принять все меры к тому, чтобы ускорить этот процесс, так как НТР тем и знаменита, что она повышает необычайным образом темпы познания и развития науки.

Каковы же в связи с этим проблемы философского обобщения достижений геологии? Прежде всего, следовало бы

совершенно точно определить, что предметом изучения геологии является не только земная кора, как думают некоторые геологи, или земная кора с мантией, но вся планета Земля, которая характеризуется геологической формой движения материи. Она охватывает специфические моменты в развитии геологических процессов от возникновения планеты до человеческой деятельности на ней. Говоря о геологической форме движения материи, мы должны учитывать также то, что она включает в себя определенную совокупность форм движения материи, например, физическую, химическую, биологическую. Но ни одна из них сама по себе не раскрывает геологических явлений, у геологии имеются свои методы, своя методология, что дает ей право на основе изучения геологической формы движения, пользуясь своеобразной специализацией исследовательских приемов, развивать знания о Земле.

Философские тенденции и обобщения достижений геологии таковы, что плодотворное развитие этой науки, на наш взгляд, возможно на базе выявления диалектического единства эндогенных и экзогенных процессов. Известно, что в геологии существует, по крайней мере, 50 направлений, которые в тех или иных аспектах развивают эту науку, но часто бывает и так, что та или иная дисциплина, увлекаясь одной стороной дела, игнорирует результаты другой.

Говоря о диалектическом единстве эндогенных и экзогенных процессов, мы должны рассматривать их действительно в единстве, особенно когда речь идет о нашей планете в целом. Можно считать, что в какой-то мере мы недооцениваем то обстоятельство, что Земля не только планета Солнечной системы, но и сама Солнечная система — также элемент более высокоорганизованной системы — Космоса. Это обстоятельство надо учитывать, когда освещаются явления, которые определяют и тектонические процессы, и процессы размещения материков на нашей Земле.

Представляется, что в этом единстве мы не должны делать акцент на каком-то одном преобладающем явлении. До сих пор часто геологи преувеличивали, скажем, значение внутренней энергии Земли и недооценивали экзогенные процессы. Рассматривать обе стороны этой деятельности необходимо в диалектическом единстве.

XXV съезд КПСС уделил огромное внимание развитию геологии. В его решениях поставлена задача расши-

ритель изучение земной коры и верхней мантии в целях исследования процессов формирования и закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых, продолжить изучение и освоение космического пространства, расширить исследования по применению космических средств при изучении природных ресурсов Земли, в метеорологии, океанологии, навигации, связи и в других областях народного хозяйства¹. Это означает, что познание нашей планеты развивается в направлении дальнейшего ее изучения из Космоса, а также путем развития всего комплекса геологических исследований с целью решения тех задач, в которых наше государство особенно заинтересовано. Следует отметить и то, что в постановлении ЦК КПСС, касающемся деятельности Сибирского отделения АН СССР, отмечено, что ученые Отделения активно участвуют в разработке теоретических основ выявления главных видов минерального сырья². Это дает нам основание гордиться такой высокой оценкой, но, вместе с тем, это накладывает на нас обязательства еще более отточить свое теоретическое оружие, чтобы повысить эффективность, качество, достоверность оценки минеральных ресурсов, расширить их ассортимент.

Только в условиях социализма, указывает Л. И. Брежнев, НТР обретает направление, отвечающее подлинным интересам человека и общества. Наша задача, задача исторической важности — органически соединить достижения НТР с преимуществами социалистической системы хозяйства. В связи с этим хотелось бы подчеркнуть в заключение, что именно социалистическая система хозяйства, именно социалистический строй открывают простор для творческой мысли, для достижений новых высот в развитии отечественной науки, в том числе в такой важнейшей науке нашего общества, как геология.

¹ См.: Материалы XXV съезда КПСС. М., 1976, с. 214.

² Постановление ЦК КПСС «О деятельности Сибирского отделения Академии наук СССР по развитию фундаментальных и прикладных научных исследований, повышению их эффективности, внедрению научных достижений в народное хозяйство и подготовке кадров». — «За науку в Сибири», 1977, 17 февр.

РАЗВИТИЕ ГЕОЛОГИИ И ЕЕ СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ

А. Л. ЯНШИН, *акад. АН СССР*

Слово «геология» происходит от греческих корней и обычно расшифровывается как «наука о Земле». Это не совсем точно. Гея, или на некоторых диалектах — Ге, у древних греков была богиней Земли. Этим же словом они обозначали твердую землю материков, противопоставляя ее водным пучинам морей и океанов, которые многим тогда казались бездонными. Но вот «логос» — вторая часть слова «геология» — в греко-русских словарях имеет очень много значений (подобно слову «get» в англо-русских), причем реже всего переводится как «наука». Смысл его изменялся на протяжении девяти веков развития греческой культуры: у Демокрита в VI в. до н. э. — это необходимая связь явлений объективного мира; столетием позже у Платона — необходимая связь понятий, посредством которой познается «сущность и истина»; еще двумя столетиями позже у Аристотеля — необходимая связь суждений в умозаключениях, убедительность которых вытекает только из формы этой связи безотносительно к тому, выражают ли сами суждения «сущность и истину», как у Платона, или нет. Наконец, на рубеже I и II вв. н. э. Филон Александрийский, пытавшийся примирить христианское учение с греческой философией, логосом называл овеществленное «слово божие», посредством которого был «сотворен» весь видимый нами мир. Отсюда смущавший многих богословов текст самого позднего Евангелия от Иоанна, написанного под несомненным влиянием неоплатоников: «В начале было Слово и Слово было у Бога и Слово было Бог. Оно было сначала у Бога и без него ничто не начало быть, что начало быть». В греческом тексте этого Евангелия речь идет именно о логосе.

В литературе слово «геология» впервые было употреблено в смысле, далеком от современного, кельнским епископом Р. де Бьюри, который в 1473 г., т. е. всего через 25 лет после изобретения в Европе книгопечатания, опубликовал книгу «Филобиблион» (Любовь к книгам). В этом произведении сей почтенный прелат называет геологией весь комплекс закономерностей и правил «земного» бытия в противоположность теологии — науке о духовной жизни.

В современном же понимании термин «геология» впервые был применен в 1657 г. норвежским естествоиспытателем М. П. Эшольтом в работе, посвященной крупному землетрясению, охватившему всю Южную Норвегию. Вскоре это слово появилось в Англии в работах Дж. Рея¹, Дж. Вудворда², Р. Гука³ и других исследователей последствий «всемирного потопа», а с начала XVIII в. перекочевало в Швейцарию, где в 1708 г. употреблялось И. Я. Шейхцером⁴, а затем в другие страны Европы.

В конце XVIII в. германские натуралисты выступили против применения термина «геология», ссылаясь именно на неопределенность перевода греческого слова «логос». На это указал Г. К. Фюксель, предложивший для явлений и объектов, изучаемых на поверхности Земли, новый термин «геогнозия»⁵. Вторая его половина происходит от греческого слова «гнозис», которое переводится как «способность познавать, разум, мудрость, знание». Этот термин получил широкое распространение после того, как его, начиная с 1780 г., стал применять знаменитый профессор Фрейбергской горной академии Абраам Готлоб Вернер. Геогнозией он называл «ту часть всеобщей минералогии, которая основательно и в систематическом порядке описывает нам весь твердый земной шар как совокупное собрание всех ископаемых»⁶. В этот период, по характеристике Ф. Энгельса, «геология еще не вышла из зародышевой стадии минералогии»⁷. Интересно, что Вернер не отрицал термина «геология», но считал его более широким, чем «геогнозия». «Геология,— писал он,— объемлет все то, что нам о Земле нашей известно»⁸. Это почти мнение кельнского епископа Р. де Бьюри.

¹ Rey J. Consequences of the Deluge. L., 1692.

² Wudword J. Essay towards a Natural History of the Earth. L., 1695.

³ Hooke R. Lectures and discourses of earthquakes.— In: The posthumous works of Robert Hooke. L., 1705.

⁴ Scheichzer I. J. Piscium Querelae et Vindiciae. Leipzig, 1708.

⁵ Keferstein Ch. Geschichte und Literatur der Geognosie. Halle, 1840.

⁶ Севастьянов А. Геогнозия или наука о горах и горных породах. СПб., 1810, с. 1.

⁷ Энгельс Ф. Диалектика природы. Введение.— Маркс К. и Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 20, с. 348.

⁸ Севастьянов А. Указ. соч., с. 6—7.

В XIX в. термин «геогнозия» получил довольно широкое распространение в Германии и в России, где работало много учеников Фрейбергской горной академии, хотя четкого разграничения между понятиями «геология» и «геогнозия», как правило, не было. В Англии, Франции и Италии последний термин применялся очень редко, а в Америке почти совсем не применялся. С середины XIX в. он начинает постепенно исчезать и в России, хотя еще 3 мая 1914 г. Н. И. Андрусов был избран ординарным академиком физико-математического отделения Академии наук по специальности «геогнозия и палеонтология»⁹.

В наши дни еще одна неудачная попытка терминологического переворота в области наук о Земле была предпринята В. В. Белоусовым¹⁰. В противоположность Фюкселю и Вернеру, он придумал термин не более узкий, а более широкий, чем «геология», и предложил объединить ее с геофизикой и геохимией под общим названием «геономии». Греческое слово «номос» в словарях обычно переводится как «закон». Следовательно, «геономия» — это «законы Земли», или «земное законодательство». Большинство геологов считает, что законы Земли мы знаем еще недостаточно хорошо, и потому термин, предложенный В. В. Белоусовым, распространения не получил.

Если перейти от истории происхождения терминов к существу дела, то надо заметить, что основы современной геологии были заложены во второй половине XVIII в. трудами Ж. Л. Бюффона во Франции, М. В. Ломоносова, И. И. Лепехина и П. С. Палласа в России, Г. Б. де Соссюра в Швейцарии, У. Смита и Дж. Геттона в Англии. К ним можно добавить работы трудившихся также во второй половине XVIII в. первых минералогов: К. Кронштедта в Швеции, Ж. Б. Ромэ де Лиля и Р. Ж. Гаюи во Франции, упоминавшегося выше А. Г. Вернера в Саксонии.

Широко распространено мнение, что геология как самостоятельная ветвь естествознания начала складываться под влиянием нарождавшейся крупной капиталистической промышленности, когда стали быстро расти потребности общества в минеральном сырье, и в связи с этим возрос интерес к изучению недр. Именно так писал я сам в сов-

⁹ Академия наук СССР. Персональный состав, т. 1. М., 1974, с. 91.

¹⁰ Белоусов В. В. Общая тектоника. М.—Л., 1948.

местной с Ю. А. Косыгиным статье «Геология»¹¹. Однако более тщательное исследование источников показывает, что я был неправ. Весьма примечательно, что в трудах всей перечисленной плеяды натуралистов второй половины XVIII в., за исключением работ М. В. Ломоносова и А. Г. Вернера, почти нет сведений о полезных ископаемых, а если и упоминается о практическом использовании какой-нибудь породы или какого-либо минерала, то уже во всяком случае не рассматриваются вопросы их генезиса или закономерности распространения.

Геология и минералогия рождались под влиянием философских идей французских энциклопедистов, под влиянием первых крупных успехов физики, химии и астрономии, достигнутых еще в XVII и в первой половине XVIII в., под влиянием широко распространившегося в образованных кругах Европы стремления понять истинный смысл природных явлений и процессов, но без непосредственной связи с запросами горного дела. А горное дело имело свою литературу, в которой кое-что сообщалось о рудах, больше о способах их добычи и переработки, но не рассматривались и даже вообще не ставились никакие общегеологические вопросы. Таковы работы У. Р. Кальба и Агриколы в XVI в., Лекейсса в XVIII в., Бейера в начале XVIII в. и некоторые другие, весьма далекие от систематических исканий ученых-натуралистов, чистые работы практиков. Работы М. В. Ломоносова, в которых глубокие теоретические обобщения сопровождались ценными практическими рекомендациями, были на этом фоне редким исключением.

Параллельное, но в общем независимое друг от друга, развитие геологии и горного дела продолжалось и в XIX в. Хорошо известно, что крупным событием в истории геологии был выход в свет в Лондоне в начале 30-х гг. XIX в. двухтомного труда Чарльза Лайеля «Основы геологии»¹², переведенного на все языки тогдашнего мира, в том числе на русский в 1866 г.¹³ Однако в этой великопечной основополагающей работе, которую изучали многие поколения геологов разных стран, нет ни одной главы, посвященной

¹¹ БСЭ. Изд. 3-е, т. 6. М., 1971.

¹² Lyell Ch. Principles of geology. L. vol. I—1830; vol. II—1832; vol. III—1833.

¹³ Лайель Чарльз. Основные начала геологии или новейшие изменения Земли и ее обитателей, т. I—II. М., 1866.

полезным ископаемым, а редкие упоминания о них, встречающиеся в разных местах текста, носят очень беглый характер и не сопровождаются никакими пояснениями.

С начала XIX в. стали обособляться и самостоятельно развиваться отдельные направления геологии: стратиграфия, тектоника, петрография и потом литология. Однако в трудах прославленных западноевропейских стратиграфов Кювье, Ламарка, Шарля и Альсида д'Орбиньи, Седжвика, Мурчисона, Оппеля, Тейсейра и других мы напрасно стали бы искать какие-либо упоминания о полезных ископаемых. Не найдем мы их и в трудах тектонистов: Леопольда фон Буха, Эли де Бомона, Марселя Бертрана, Люжона, Гейма, Ога. В 1838 г. была опубликована работа А. Грессли¹⁴, в которой впервые употреблялось понятие о фациях осадочных пород, а в последнем десятилетии прошлого века появились капитальные монографии Иоганна Вальтера¹⁵ об условиях осадочного породообразования в морской и континентальной обстановках. Вальтер впервые предложил термин «литогенезис», и поэтому многие считают его первым настоящим литологом. Однако ни Грессли, ни Вальтер в своих работах ничего не пишут ни о каких осадочных полезных ископаемых.

Были, конечно, исключения. Так, например, еще в 1849 г. крупный английский геолог Годвин Остен на основании изучения унаследованных структур в платформенном чехле высказал предположение, что под меловыми породами Юго-Восточной Англии должно скрываться подземное продолжение каменноугольных бассейнов Шарлеруа и Намюра, вытянутых вдоль границы Франции и Бельгии. Этот прогноз вскоре был проверен бурением. В результате был открыт Кентский угленосный бассейн, дающий сейчас около 30% добычи различных марок каменного угля в Англии. Однако подобные «вмешательства» геологии в горные дела в XIX в. были еще очень редки. Не случайно крупнейший австрийский геолог Эдуард Зюсс, которому город Вена обязан своим теперешним во-

¹⁴ Gressly A. Observations géologiques sur le Jura Soleurois. «Nouv. Mém. Soc. Helvétique Sci. Natures», 1838, N 2.

¹⁵ Walter J. Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Beobachtungen über die Bildung der Gesteine und ihrer organischen Einschlüsse. Bd 1—3. Jena, 1893—1894; Idem. Über die Auslese in der Erdgeschichte. Jena, 1895; Idem. Allgemeine Meereskunde. Boston (USA), 1899.

доснабжением из горных озер и рек, об этих своих практических работах по инженерной геологии и гидрогеологии нигде в печати даже не упоминает, хотя попутно проведенные наблюдения были им использованы в монографии о тектонике Альп¹⁶ и в капитальном трехтомном труде «Лик Земли»¹⁷.

Русские геологи XIX в. уделяли полезным ископаемым, пожалуй, несколько большее внимание, чем западноевропейские. Золотые россыпи на Урале были открыты без участия геологов в 1814 г. инженером Л. Н. Брусицыным, но вслед за этим изучались и описывались Д. И. Соколовым, Г. П. Гельмерсеном, И. П. Энгельманом, М. М. Карпинским и другими горными инженерами, железные руды Олонцкого горного округа — В. И. Игнатьевым и И. П. Энгельманом, полиметаллические руды Алтая — А. И. Кулибиным и Г. Е. Щуровским. Чиатурские марганцевые руды Грузии открыл и впервые описал в 1858 г. Г. В. Абих¹⁸. А. И. Узатис на примере Змеиногорского месторождения на Алтае впервые описал в 1839 г. «железные шляпы» зоны выветривания колчеданных залежей и предложил использовать их как поисковый признак¹⁹. В 1832 г. А. Л. Ловецким было убедительно доказано растительное происхождение каменного угля, в то время остававшееся на Западе еще спорным²⁰. Вскоре появились первые статьи Г. В. Абиха о Бакинском нефтеносном районе, первые описания месторождений различных строительных материалов и первые гидрогеологические работы. К концу XIX в. количество исследований, посвященных полезным ископаемым, значительно возросло, а в 1903 и в 1911 гг. Обществом горных инженеров созывались уже I и II съезды «деятели по практической геологии и разведочному делу», принявшие ряд важных решений научно-организационного характера.

Несмотря на эти, несомненно передовые, тенденции в развитии русской геологии, заложенные еще М. В. Ломо-

¹⁶ Suss E. D. Die Entstehung der Alpen. Leipzig—Wien, 1875.

¹⁷ Suss E. D. Das Antlitz der Erde. Wien. Bd 1—1885; Bd 2—1893; Bd 3—1909.

¹⁸ Абих Г. В. О марганцевых рудах в Закавказском крае. — «Горный журнал», 1858, № 6.

¹⁹ Узатис А. И. Геогностические очерки Змеиногорского края. — «Горный журнал», 1839, № 9.

²⁰ Ловецкий А. А. Начальные основания минералогии, Ч. I. Ориктогнозия. М., 1832.

посовым, на протяжении XIX в. она не была еще органически связана с развитием горного дела, и открытия новых месторождений полезных ископаемых в большинстве случаев происходили без участия специалистов, что видно из сводок В. И. Вернадского²¹ и А. Е. Ферсмана²², а также из специальных работ Ф. Д. Бублейникова²³ и А. А. Кузина²⁴. Большинство известных сейчас месторождений железных руд в Кузнецком Алатау и Горной Шории, никелевых руд близ теперешнего Свердловска, медных руд в Каркаралинском и Баянаульском районах Казахстана, золотых и платиновых россыпей на Урале, золотых россыпей и месторождений серебряных руд в Забайкалье были открыты не геологами, а крестьянами, рудоискателями-одиночками или штейгерами уже существовавших заводов. Угли Караганды были обнаружены в 1833 г. пастухом Аппаком Бажаеновым.

В 1882 г. был организован Геологический комитет. Однако в его задачу входило составление десятиверстной геологической карты европейской части СССР и проведение необходимых для этого стратиграфических, палеонтологических и петрографических исследований, а не поиски и разведка полезных ископаемых. Сотрудники Геолкома могли консультировать такие работы, проводившиеся частными предпринимателями и компаниями, но не проводили их сами²⁵. Поэтому регулярно издававшиеся труды Геолкома представляют собой крупнейший вклад в изучение геологии России, но содержат очень мало сведений о полезных ископаемых. Лишь немногие из них, как, например, монография А. И. Заварицкого о горе Магнитной на Южном Урале²⁶ или описание некоторых участков Эмбенского нефтепосного района Н. Н. Тихоновичем и

²¹ Вернадский В. И. Избр. соч. Т. I. Самородные элементы. Т. II. Опыт описательной минералогии с дополнениями автора 1912—1922 гг. М., 1955.

²² Ферсман А. Е. Геохимические и минералогические методы поисков полезных ископаемых. М.—Л., 1940.

²³ Бублейников В. Д. Геологические поиски в России. М., 1956.

²⁴ Кузин А. А. История открытий рудных месторождений в России до середины XIX в. М., 1961.

²⁵ Хабаков А. В. Деятельность Геологического комитета в России. — В кн.: Труды Института истории естествознания и техники, т. 25. М., 1959.

²⁶ Заварицкий А. Н. Гора Магнитная и ее месторождения магнетитовых руд. — «Труды Геологического комитета. Нов. сер.», Гг., 1922, вып. 122.

С. И. Мироновым²⁷, посвящены конкретным месторождениям. Единственная крупная практическая работа, принятая дореволюционным Геолкомом, это одноверстная геологическая съемка Донбасса, пачата в 1892 г. под руководством Ф. Н. Чернышева, продолжавшаяся под руководством Л. И. Лутугина и закончившаяся к 1911 г.²⁸ Составление детальной геологической карты Донбасса позволило оценить перспективы угленосности отдельных его площадей и дать прогнозную оценку запасов углей разных марок, что было очень крупным практическим достижением. Одновременно с детальным картированием Донбасса Б. Ф. Меффортом проводились исследования метаморфизма углей, а М. Д. Залесским палеоботанические работы и изучение генезиса углей.

Некоторая обособленность развития геологии от поисков и разведки полезных ископаемых, существовавшая в дореволюционное время, продолжала ощущаться еще долгое время в нашей стране после Великой Октябрьской революции. Именно она вызывала необходимость неоднократных перестроек геологической службы. Экспроприация частных и акционерных горнорудных предприятий потребовала продолжения поисков и разведок силами молодого Советского государства. Однако старый Геологический комитет к этому приспособлен явно не был. И вот уже в марте 1918 г. пришлось создавать при ВСНХ совершенно независимое от него и находящееся в Москве, а не в Петрограде, учреждение — ЦУПР (Центральное управление промышленных разведок). Сейчас о существовании этого учреждения большинство геологов забыло, потому что кроме тоненького журнала «Поверхность и недра» оно почти ничего не издавало, но в течение первого десятилетия Советской власти именно ему отпускались главные средства на проведение поисковых, оценочных и разведочных работ²⁹.

²⁷ Тихонович Н. Н. Уральский нефтеносный район: Кой-кара, Иман-кара, Кызыл-куль. — «Труды Геологического комитета. Нов. сер.», Пг., 1915, вып. 119; Тихонович Н. Н., Миронов С. И. Уральский нефтеносный район. Лист.: Макат, Бляули, Чингильды. — Там же, Спб., 1914, вып. 105.

²⁸ Новик Е. О, Пермяков П. В., Коваленко Е. Е. История геологических исследований Донецкого каменноугольного бассейна (1700—1917). Киев, 1960.

²⁹ Тихонович Н. Н. Обзор деятельности Центрального управления промышленных разведок. [Б. м., б. г.].

В 1923 г. по инициативе Серго Орджоникидзе была предпринята попытка реорганизации Геологического комитета. В его задачи впервые были включены организация, осуществление и регулирование всех геологических и геологоразведочных работ общегосударственного значения. В разных городах были созданы отделения и бюро Геолкома (до этого существовали только Московское и Сибирское в Иркутске)³⁰.

В целях обеспечения дальнейшего развития геологической службы в условиях начавшейся индустриализации страны в 1929—1930 гг. Геологический комитет был реорганизован более основательно. Его административные и плановые функции были переданы созданному в Москве Главному геологоразведочному управлению (ГГРУ) Наркомтяжпрома, а отделения и бюро Геолкома были преобразованы в территориальные геологические управления, сеть которых позднее расширилась. Оставленные в Ленинграде научно-исследовательские подразделения бывшего Геолкома продолжали свое существование в виде 8 отдельных отраслевых научно-исследовательских институтов. Последние в 1931 г. были вновь объединены (кроме Нефтяного института) под названием Центрального научно-исследовательского геологоразведочного института (ЦНИГРИ). В связи с тем, что никакими разведками этот институт не занимался, в 1939 г. его переименовали во Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт (ВСЕГЕИ). Нефтяной институт, переданный в 1930 г. Управлению нефтяной промышленности Наркомтяжпрома, остался самостоятельным учреждением³¹.

В Москве тем временем проводились свои реорганизации. Главное геологоразведочное управление было преобразовано во Всесоюзное геологоразведочное объединение, а последнее в Государственный комитет по делам геологии. Однако все эти реорганизации мало что изменили. Когда из ВСНХ стал выделяться сначала Наркомтяжпром с его различными управлениями, а потом эти управления стали превращаться в обособленные народные комиссариаты угольной, нефтяной, химической промышленности, черной

³⁰ Клеопов И. Л. Геологический комитет. 1882—1929 гг. — В кн.: История геологии в России. Л., 1964.

³¹ Нехорошев В. П. К истории геологических учреждений в СССР. — В кн.: Очерки по истории геологических знаний, вып. 7. М., 1958.

и цветной металлургии, каждый из них создавал собственную разветвленную геологическую службу, сотрудники которой в конце 20-х и в 30-е гг. вели основную часть поисковых, разведочных и даже крупномасштабных геологосъемочных работ в нашей стране ³².

Только после Великой Отечественной войны, когда Комитет по делам геологии и народные комиссариаты были еще раз реорганизованы и превращены в министерства, началась концентрация научно-исследовательских работ в области геологии, геологосъемочных, поисковых и разведочных работ в системе учреждений одного Министерства геологии СССР. По мнению акад. А. А. Трофимука и ряда других геологов, к которым присоединюсь и я, эта концентрация оказалась чрезмерной, поскольку Министерство геологии взяло на себя детальную разведку нефтяных, газовых и рудных месторождений, которую разумнее было бы оставить в числе задач промышленных министерств, освободив тем самым силы и средства Министерства геологии для расширения фронта поисковых и оценочных работ.

Таким образом, лишь совсем недавно геология в нашей стране получила тесную организационную связь с горным делом, с поисками и разведкой месторождений минерального сырья. Приблизительно так же дело обстоит и в других развитых странах.

Отчего же тогда так распространено было мнение, что геология зародилась и развивалась под влиянием практических запросов горного дела? Отчасти потому, что геологи и минерологи всегда широко использовали для своих выводов и обобщений материалы горных работ, хотя обратная связь существовала редко, отчасти же потому, что мы часто бездоказательно распространяем на прошлое представления, сложившиеся в современную эпоху.

Социального заказа на развитие геологии как отрасли научного знания в XVIII и XIX в. еще не было. Человек искал, находил и добывал только те полезные ископаемые, которые лежали на поверхности Земли. Для этого нужен был некоторый опыт проведения горных работ, но геология была не нужна. Золото и серебро, которым на протяжении двух столетий грузились испанские галеоны в Панаме, было добыто без какого-либо участия наук о Земле. Серебряные и оловянные руды Саксонии, золотые россыпи

³² Развитие наук о Земле в СССР, М., 1967.

Клондайк и Калифорнии, золотоносные конгломераты Витватерсранда, алмазы Индии, Южной Америки и Бразилии, каменный уголь Уэльса и Пенсильвании были открыты и разрабатывались значительно раньше, чем в эти места пришли первые геологи. Так же обстояло дело с поисками и разведкой полезных ископаемых в России.

Положение начало несколько изменяться с середины XIX, а резко изменилось с середины XX в. Гений В. И. Ленина и здесь оказался прозорливым. Еще в 1919 г. по его инициативе была создана комиссия по изучению Курской магнитной аномалии. Комиссия под руководством профессоров (впоследствии академиков) П. П. Лазарева и И. М. Губкина работала 5 лет и обнаружила в этом районе присутствие на глубине богатых магнетитовых руд. Однако только после Великой Отечественной войны стало очевидным, что фонд легко открываемых месторождений, в которых полезное ископаемое выходит на поверхность, как в нашей стране, так и в других странах мира, близок к исчерпанию. Человечество вступило в эпоху принципиально новых отношений с минеральным сырьем. В широких масштабах начались поиски, разведки и эксплуатация полезных ископаемых, которые на поверхность не выходят, а залегают на глубине. Здесь прежние методы поисков (еще в 30-е гг. мы изучали их по многим изданиям «Полевой геологии» В. А. Обручева) оказались уже совершенно непригодными. Потребовалась срочная разработка новых геофизических и геохимических методов поисковых работ, потребовались углубленные теоретические исследования многих вопросов в самых разнообразных областях геологии для того, чтобы дать правильные практические прогнозы и рекомендации.

Одним из первых ученых, ясно осознавших происходящие в глобальном масштабе перемены, был акад. Н. С. Шатский. В марте 1953 г. он обратился в Президиум Академии наук с докладной запиской, в которой подробно анализировал эти перемены и призывал сосредоточить внимание всех научно-исследовательских геологических организаций на выяснении закономерностей размещения в земной коре различных полезных ископаемых, считая, что без такой коллективной работы дальнейшие поиски месторождений минерального сырья будут очень затруднены. Под руководством Н. С. Шатского была создана комиссия для разработки этой проблемы. Она подготовила и выпустила

ряд сборников под общим заглавием «Закономерности размещения полезных ископаемых» и содействовала организации соответствующих исследований в разных учреждениях. После внезапной смерти Н. С. Шатского в 1960 г. деятельность комиссии прекратилась, но глубоко посеянные им семена продолжают давать в разных местах полезные всходы. Выпуск сборников «Закономерности размещения полезных ископаемых» после некоторого перерыва был продолжен Научным советом по рудообразованию под редакцией акад. В. И. Смирнова.

На послевоенное тридцатилетие приходится разведка и начало разработки глубокозалегающих железных руд Курской магнитной аномалии, открытие в 1949 г., разведка и начало интенсивной разработки богатых магнетитовых руд Кустанайской области, перекрытых повсеместно плащом меловых и палеогеновых отложений, открытие Ромашкинского нефтяного месторождения и ряда других в Волго-Уральской области, получение в 1961 г. первых нефтяных фонтанов в Западной Сибири и бурное развитие здесь нефтедобывающей промышленности, открытие гигантских газовых месторождений в бассейнах рек Тура и Таза на севере Западной Сибири и не менее гигантских газовых залежей в бассейне р. Вилуй, открытие ряда новых крупных медноколчеданных месторождений в Мугоджарах и полиметаллических — в Забайкалье. Я перечислил только такие месторождения, которые были открыты благодаря развитию геологических наук и обнаружение которых старыми поисковыми методами, описанными в «Полевой геологии» В. А. Обручева, было бы невозможным.

Таким образом, в эпоху начавшейся научно-технической революции геология, вместе с другими науками, стала непосредственной производительной силой. Она стала совершенно необходимой для пополнения ресурсов минерального сырья. Это нашло свое отражение в основных партийных документах последнего десятилетия. В директивах XXIII съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1966—1970 гг. сказано: «Предусмотреть в пятилетнем плане расширение научных работ по изучению земной коры и закономерностей размещения полезных ископаемых для лучшего использования минеральных ресурсов»³³. В директивах XXIV съезда

³³ Материалы XXIII съезда КПСС. М., 1966, с. 231.

КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. читаем: «Обеспечить в новом пятилетии проведение исследований в области геологии, геофизики и геохимии для выявления закономерностей размещения полезных ископаемых, повышения эффективности методов их поиска, добычи и обогащения»³⁴. «Основными направлениями развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 гг.», которые были утверждены XXV съездом КПСС, в специальном разделе «Развитие науки» предусмотрено: «Расширить изучение земной коры и верхней мантии Земли в целях исследования процессов формирования и закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых»³⁵.

После XXV съезда КПСС в передовой статье «Геология и индустрия», опубликованной в газете «Правда», Центральный Комитет КПСС обращает внимание на задачи, поставленные перед геологами съездом, отмечает успехи последних лет, подчеркивая, что «геология сегодня — это соединение научно обоснованных прогнозов и новых открытий с индустриальными методами производства». «Профессия геолога приобрела новые черты, стала более сложной», — пишет газета, — и это совершенно правильно. Вместе с тем указывается, что «в геологии занят большой отряд ученых, однако они еще недостаточно влияют на ускорение научно-технического прогресса. Следует активизировать работы, связанные с созданием подлинно научных основ прогнозирования месторождений, своевременно передавать производству рекомендации ученых, быстрее внедрять в практику прогрессивные геофизические и геохимические методы, новую технику»³⁶.

Все эти документы свидетельствуют о том, что роль современной геологии в связи с переходом на поиски, разведку и разработку закрытых, невидимых с поверхности месторождений полезных ископаемых становится исключительно важной для дальнейшего развития человеческого общества. В этом я вижу ее самую главную особенность.

Не углубляясь в исторический обзор других особенностей современного состояния геологии, постараюсь вкратце их перечислить.

³⁴ Материалы XXIV съезда КПСС. М., 1971, с. 244.

³⁵ Материалы XXV съезда КПСС. М., 1976, с. 215.

³⁶ «Правда», 1977, 14 янв.

Если современные осадки морей и океанов начали изучаться еще в прошлом веке, то строение земной коры под ними стало объектом исследований только в последние 25 лет. Важной вехой в этом процессе следует признать начавшееся с 1968 г. бурение глубоководных скважин со специально оборудованного судна «Гломар Челенджер». Сейчас это судно сделало уже более 50 рейсов и пробурило несколько сотен скважин на дне разных морей и океанов. Наша страна принимает активное участие в его работах: почти в каждом рейсе на борту судна «Гломар Челенджер» находятся советские палеонтологи, литологи, петрографы и геохимики.

За последнюю четверть века широкое развитие получили также морские геофизические работы, которые привели к удивительным открытиям в зонах срединно-океанических хребтов и самым решительным образом повлияли на выработку новых представлений в области глобальной тектоники.

Параллельно с геологическим и геофизическим изучением дна морей и океанов на акваториях широко развернулась добыча полезных ископаемых. Особенно большие успехи в этом отношении у нефтяников. Первые морские нефтяные месторождения начали эксплуатироваться советскими нефтяниками на Каспии еще в конце 20-х гг., но в последние годы добыча нефти и газа началась на обширных акваториях Северного и Зондского морей, Персидского и Мексиканского заливов. Нефть добывают сейчас у берегов Аляски, Калифорнии, Эквадора, Перу, Австралии, Новой Гвинеи, Калимантана, Японии и Нигерии. Во время 50-го рейса «Гломар Челенджера» между Канарскими островами и берегом Африки бурением было установлено формирование залежей нефти не только в отложениях шельфа, но и в осадках глубоководных впадин.

Не только нефть и газ добывают сейчас из морских пучин. В Беринговом море к югу от устья р. Юкон морские драги моют золото, у берегов Африки к северу от устья р. Оранжевой морские драги добывают алмазы, у берегов Шри-Ланки и Западной Австралии добывают из морских россыпей титановые и циркониевые минералы, у берегов Японии — магнетитовые пески. В нашей стране налажена разработка морских россыпей касситерита на шельфе моря Лаптевых и морских месторождений янтаря на юге Балтики (Калининградская область). Различные фирмы США, на-

чая с 1963 г., производят пробную добычу марганцевых конкреций с глубины от 500 м до нескольких километров в Атлантическом и Тихом океанах и готовятся к разработке полужидких полиметаллических руд, обнаруженных недавно в глубоководных впадинах Красного моря.

Широкое изучение дна морей и океанов, сопровождаемое все возрастающей ролью разработки морских месторождений, следует считать второй особенностью современной геологии. До недавнего времени геология была наукой только о материках и островах, площадь которых составляет всего 29% поверхности нашей планеты. Сейчас она впервые стала наукой глобальной.

Третья особенность современной геологии тесно связана с начавшимся освоением Космоса. С одной стороны, геологи получили в свои руки совершенно новый материал — космические снимки поверхности Земли, которые позволяют видеть крупные черты структуры земной коры, неразличимые при наземных работах и даже на аэрофотоснимках. С другой стороны, совершенно новые данные о составе и возрасте лунных пород, о рельефе поверхности Луны, Марса, Венеры и Меркурия, об атмосфере Марса и Венеры позволили строить новые гипотезы о происхождении и эволюции планет Солнечной системы, привели к появлению новой области знаний, которые наш покойный товарищ Г. Л. Поспелов еще в 1960 г. назвал сравнительной планетологией³⁷. Геология как наука о Земле стала частью этой новой области знаний.

Четвертой особенностью современной геологии можно считать тот научно-технический переворот, который произошел за последние 25—30 лет в области изучения вещественного состава горных пород, минералов и руд. Изобретение электронного микроскопа и его сканирующего варианта, усовершенствование методов рентгено-структурного и атомно-абсорбционного анализа, конструирование микроанализаторов, разработка в химии методов изотопного анализа, широкое применение масс-спектрографов вместо прежней «мокрой» аналитической химии и ряд других изобретений и усовершенствований последнего времени вооружили геологию таким огромным принципиально но-

³⁷ Поспелов Г. Л. О характере геологии как науки и ее месте в естествознании. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1960, № 11.

вым материалом, который позволяет понять многие остававшиеся ранее неясными процессы выветривания, переноса, осаднения, диагенеза, эпигенеза, метаморфизма горных пород, а также многие процессы образования экзогенных и эндогенных полезных ископаемых.

Пожалуй, в качестве пятой особенности современной геологии следует отметить широкое применение в разных ее областях эксперимента. Прimitивное моделирование тектонических структур и опыты по изучению садки солей при испарении морской воды проводились еще в прошлом веке, но сейчас эксперимент начал применяться во многих странах мира для изучения самых разнообразных вопросов и проверки различных гипотез. Впервые в СССР, США и Австралии получили распространение опыты по синтезу минералов и деформациям горных пород в условиях высоких давлений и температур, близких к тем, которые мы можем предполагать в низах земной коры и в верхней мантии.

Практическим результатом экспериментов по минералообразованию явился искусственный синтез ряда ценных или редко встречающихся минералов.

Шестой особенностью современного состояния геологии можно признать широкое внедрение в нее математических методов и машинной обработки огромных по масштабам исходных данных. Дело это совершенно новое, которого в первой половине XX в. геология не знала, и потому не все опыты применения математики в геологии можно считать удачными, но в целом использование запоминающей и вычислительной техники уже дало громадный эффект при решении многих теоретических и практических задач. Важно то, что в той или иной форме математику начали применять геохимики и минералоги, тектонисты и геофизики, палеонтологи и литологи, т. е. специалисты всех направлений геологии. Нужно помнить слова Альберта Эйнштейна о том, что «математика — единственный совершенный метод, позволяющий провести самого себя за нос», но с этой оговоркой она для геологии несомненно полезна и применение ее должно расширяться.

Седьмую особенность современной геологии я считаю очень важной, имеющей большое методологическое и философское значение. Это признание качественной эволюции геологических процессов в истории Земли. Надо отметить, что до середины XX в. почти все геологи разных

стран мира стояли на позициях Чарльза Ляйеля, который еще в 1832 г. писал, что на земной поверхности и в земной коре всегда происходили только те процессы, которые происходят сейчас, притом с той же скоростью, с которой они происходят в настоящее время. Эти слова его до сих пор набираются курсивом во введении к некоторым зарубежным учебным курсам геологии.

Первую брешь в униформистских представлениях пробили советские литологи. Еще в 1940 г. Л. В. Пустовалов высказал мысль о необратимой эволюции всех процессов осадкообразования в истории Земли и подтвердил эту мысль рядом убедительных примеров³⁸. В конце 40-х гг. характер эволюции этих процессов рассматривал Н. М. Страхов³⁹. Окончательную формулировку идея об эволюции процессов литогенеза получила во время дискуссии, начавшейся в печати в 1950 г. и закончившейся на московском совещании по осадочным породам в ноябре 1952 г. В решениях совещания подчеркивается, что советские литологи не могут поддерживать принцип актуализма Ч. Ляйеля, потому что он противоречит и законам диалектического развития природных явлений, и огромному количеству накопленного фактического материала⁴⁰. В частности, в материалах этого съезда сказано, что процессы выветривания и осадочного породообразования несомненно направленно изменялись во времени под влиянием изменения состава атмосферы и гидросферы, а также под влиянием развития процессов жизни.

С тех пор не прошло еще 30 лет, а представления об эволюции геологических процессов в истории Земли, как цепная реакция, распространились на все области геологии. Сейчас эту эволюцию изучают и о ней много пишут геохимики и минерологи, тектонисты и вулканологи, и не только в нашей стране, но и во многих зарубежных странах. Можно сказать, что у геологов самых разных направлений открылись глаза на факты, которые они раньше не замечали или старались обойти. Мы должны гордиться

³⁸ Пустовалов Л. В. Петрография осадочных пород, ч. I и II. М.—Л., 1940.

³⁹ Страхов Н. М. О периодичности и необратимой эволюции осадкообразования в истории Земли.—«Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1949, № 6.

⁴⁰ Решения совещания по осадочным породам.—В кн.: Совещание по осадочным породам, вып. 2, М., 1955.

тем, что это качественное изменение геологических представлений родилось среди советских геологов, вооруженных методологией диалектического материализма. Развитие таких представлений очень важно для выяснения закономерностей размещения в земной коре разных видов минерального сырья.

Совершенно очевидно, что я остановился только на главных и наиболее общих особенностях современной геологии. Если же рассматривать отдельные ее направления, то в каждом из них мы найдем свои особенности, появившиеся или сформировавшиеся за последнюю четверть века. Это формационное учение в литологии и петрографии, выработка методов составления тектонических карт, разработка биостратиграфии докембрия, конструирование новой аппаратуры, разработка и применение принципиально новых методов исследования в геофизике и многое, многое другое.

Геология переживает такую же научно-техническую революцию, как и другие области человеческих знаний. В мою задачу входило показать лишь некоторые наиболее генеральные черты этих революционных изменений.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ ОБЩЕГО РАЗВИТИЯ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ ЗЕМЛИ

И. В. ЛУЧИЦКИЙ, чл.-кор. АН СССР

Краткому обзору методологических вопросов изучения общего развития неорганической природы Земли следует предпослать две оговорки. Во-первых, в этом обзоре не предполагается освещать всю гамму методологических вопросов. Будут рассмотрены лишь некоторые из них, касающиеся, в частности, применения актуалистического метода в геологии и проблемы эволюции геологических процессов. Во-вторых, говоря о марксистско-ленинской методологии, опирающейся на диалектический материализм, в том ее понимании, которое дано основоположниками современного учения о коммунизме, мы будем иметь в виду, что методология представляет, с одной стороны, учение о методе научного познания мира, а с другой — совокупность приемов исследования, при-

меняемых в какой-либо науке. Поэтому в дальнейшем обсуждаются оба этих аспекта методологии.

Общий план предлагаемого обзора включает, соответственно, следующие основные разделы. Прежде всего, в нем рассмотрены методологические основы современной геологии и затруднения, которые возникают при использовании метода актуализма; затем — различные представления об эволюции в геологических науках, а также вопросы периодичности геологических явлений и проблема цикличности; наконец — необратимое развитие неорганической природы Земли и методы ее выявления применительно к проблеме эволюции геологических процессов в истории Земли.

Итак, о методологических основах современной геологии. Всем известно, что геология — это историческая наука и что она, следовательно, опирается на соответствующие историко-геологические подходы; однако нужно иметь в виду, что при таком своем общем историзме геологическая наука обладает одной совершенно специфической особенностью. Ее нельзя сопоставить ни с общественно-историческими науками, ни с археологией, ни с какими другими историческими науками, занимающимися изучением различных природных или естественных объектов.

Дело в том, что геологию принципиально отличает от всех этих наук система построений, опирающихся на применение актуалистического метода, или актуалистического принципа. Без актуалистических построений вообще невозможно существование геологии. Мы должны располагать каким-то отправным инструментом, средством, методическим подходом, позволяющим выяснять, как протекали в прошлом геологические процессы на поверхности Земли. Единственным подобным методом, или подходом, является именно актуалистический, который, кстати говоря, представляет собой метод построений по аналогии, т. е. метод, весьма ограниченный по своим возможностям. Тем не менее, актуалистические построения, предложенные впервые Геттоном, затем Ляйелем в конце XVIII — начале XIX в., пришли на смену чисто умозрительным, гипотетическим построениям, типичным для всего предшествующего этапа метафизического развития представлений об окружающей нас природе. Следует в связи с этим вспомнить высказывания Ляйеля по поводу утвер-

ждения Геттона о том, что «... в экономии мира я не нашел никаких следов начала и ни малейших предвестников конца». Как подчеркивал Ляйель, заявление это «в высшей степени поразительное в совокупности с учением, по которому все происшедшие перемены на земном шаре происходили вследствие медленной деятельности ныне существующих причин»¹. Сам же Ляйель писал, что «в течение веков, созерцаемых геологией, не было никакого перерыва в деятельности одних и тех же постоянных законов изменения»².

Двойственный характер такого рода утверждений по отношению к историзму геологии представляется совершенно очевидным. Ясно, что актуалистический метод — это главный путь к познанию геологического прошлого. Однако вместе с тем, данный путь не предполагает общих изменений в историко-геологическом прошлом Земли. Более того, возможность такого применения указанного метода его основоположниками Геттоном и Ляйелем, в сущности, отвергалась. Между тем, исторический подход к геологической науке выдвигает задачи сравнения разных периодов жизни Земли, разработки ретроспективных, как принято выражаться со времен Ога, методов исследования. Поэтому сравнительный анализ и различного рода палеореконструкции, т. е. реконструкции обстановок, характеризующих прошлые периоды жизни нашей планеты, лежат в настоящее время в основе всей системы современных геологических исследований. Мы не можем отказаться ни от сравнительного анализа, так как широко используем его в своих построениях и на его основе разрабатываем разного рода палеореконструкции, ни от актуалистических построений. Возникает естественный вопрос о том, как, опираясь на эти, в общем противоречивые основы, ибо актуалистический метод в целом противостоит историческому подходу к проблеме общего развития природных явлений, подойти к анализу проблемы общего развития неорганической природы Земли или к проблеме общей эволюции геологических процессов в истории Земли. Для этого необходимо, конечно, определить прежде всего, что следует понимать под эволюцией геологических процессов и вообще как понимать вопрос о том, что такое эволюция в геологическом аспекте.

¹ Ляйель Ч. Основные начала геологии, т. I. М., 1966, с. 58.

² Там же, с. 69.

Представление о том, что в окружающей нас природе, в частности в неорганическом мире, происходят непрерывные изменения, известно человечеству свыше 2000 лет и сформулировано Гераклитом в его словах: «Все течет, все постоянно изменяется». Таким образом, мы великолепно знаем, что в окружающей нас природе происходят непрерывные изменения. Однако главное состоит в том, как определить существо подобных изменений, какова их специфика, являются ли они следствием причин, действующих в настоящее время, как и в давно прошедшие периоды развития Земли, или сами эти причины менялись; были ли изменения необратимыми, не повторяющимися в последующие эпохи, или, наоборот, они были обратимыми.

В этой связи следует вспомнить, что первоначально, скажем, Ляйель, прекрасно понимавший значение непрерывных изменений лика Земли, вызываемых трагическими и регрессиями моря, процессами образования гор и их последующего разрушения, вулканическими и другими процессами, считал, что вследствие постоянства действующих причин все эти изменения обратимы. Причем в истории Земли обратимы, как считал Ляйель, даже изменения органического мира; поэтому он писал, например, следующее: «Когда поглощение лучей не будет встречать препятствия ни в одной части земного шара даже зимой от снежного покрова, тогда средняя температура земной коры увеличится до значительной глубины и тогда многие формы, теперь ограниченные арктическими умеренными странами или встречающиеся вблизи экватора только на вершине высочайших гор, почти исчезли бы с лика Земли. Тогда могли бы возвратиться и те роды животных, памятники которых уцелели в горных породах, составляющих наши материки. Птеродактиль снова стал бы носиться в воздухе, огромный игуано появился бы в лесах, а ихтиозавры еще раз зароились бы в море»³. Таким образом, признание Ляйелем общей системы изменений, происходящих в природе, не привело его в ряды последовательных эволюционистов. Естественно, что Энгельс обратил внимание на такую систему построений и в своей работе «Диалектика природы» подчеркнул ограниченность ляйелевского эволюционизма.

Только под давлением фактов, изложенных Дарвином, Ляйель к концу своей жизни вынужден был отступить и

³ Ляйель Ч. Указ. соч., с. 127.

согласиться с тем, что органический мир изменяется, необратимо прогрессируя с течением времени; но для неорганической природы это представление он считал недоказанным и в анализе геологического прошлого Земли опирался на принцип актуализма, суть которого указана выше. Концепция Ляйеля получила в дальнейшем название униформистской; в сущности она повторяла идеи Геттона, изложенные им еще в 1795 г. в книге «Теория Земли». Эти униформистские представления способствовали созданию прочного основания геологической науки, главным образом потому, что они заменили прежние идеи катастрофистов, допускавших полный произвол *таинственных* сил в общей истории развития не только органического мира, но и неорганической природы.

В конце прошлого столетия представления униформистов стали господствующими, и таким образом, создалось положение, при котором геологи, признавая общие идеи необратимых эволюционных преобразований органического мира, в сущности отказывались видеть подобные преобразования в геологической истории Земли.

Важно, пожалуй, еще подчеркнуть, что если первоначально общие идеи эволюции основывались, скажем, у Канта, на гипотетических построениях, то позднее, у Дарвина, они получили прочное эмпирическое основание. Однако в начале нынешнего столетия в развитии геологической науки наметился новый перелом, причину которого можно видеть, вероятно, именно в двойственном подходе к анализу геологического прошлого, о котором говорилось выше. Именно в этот период окончательно сформировались представления об эволюции как о системе изменений вообще, вследствие чего эти представления стали относить к любому виду генетических или гипотетических построений. Влияние отмеченного поворота в общем развитии геологии мы ощущаем и сейчас, хотя в отдельных звеньях современной отечественной науки, в частности в литологии и в известной мере в тектонике, идеи эволюции как необратимого процесса развития, охватывающего весь земной шар, получили бесспорное признание. Все это важно учитывать при попытках разобраться в существе проблемы эволюции геологических явлений и процессов.

Представление об обратимых изменениях неорганической природы опирается, конечно, на некоторые реальные

явления, которые характеризуют жизнь нашей планеты. Известно, что вращение Земли, например, также как и Солнца, обуславливает повторяемость, периодичность, а в общем смысле цикличность ряда событий. Хорошо известен галактический «год», который детерминирует неизменные, как считают, повторения каждые 180—200 млн. лет. Таким образом, постоянная повторяемость событий совершенно реальна, и она, естественно, приводит к акцентированию внимания геологов на повторяемости, периодичности тех или иных процессов. Знать эти процессы очень важно, изучать периодичность и цикличность тех или иных событий необходимо, но дело в том, что такого рода построения относятся к категории представлений, связанных с идеей обратимого развития процессов. Задача же изучения эволюции геологических явлений, событий и процессов такова, что ставит целью выяснить изменения, которые происходят либо в связи с повторением различных явлений, либо независимо от таких повторений.

Одним словом, задача выявления повторяемости событий ни в какой мере не продвигает вперед разработку одной из важнейших проблем современной геологии — проблемы общего развития геологических процессов, общей эволюции неорганической природы Земли. И хотя огромное количество трудов в настоящее время посвящено вопросам цикличности и повторяемости геологических событий, тем не менее, с сожалением приходится констатировать, что в подавляющем большинстве случаев все подобного рода труды не способствуют разработке этой проблемы.

Таким образом, я хотел бы подчеркнуть, что главное в проблеме изучения общего развития неорганической природы или в данном случае — в области изучения эволюции геологических процессов в истории Земли это отнюдь не выявление обратимых изменений и повторяемости событий и процессов, связанных с неоднократным их повторением; наоборот, задача состоит в том, чтобы выявить в этих событиях и процессах необратимые изменения. При этом следует заметить, что в целом вечное повторение одного и того же, что предполагается при анализе периодичности явлений, в сущности не интересно с точки зрения анализа эволюции процессов, хотя, безусловно, полезно вообще. В конце концов нужно знать, что через

24 часа после восхода Солнца сегодня, оно снова взойдет над горизонтом завтра. Это, конечно, важно знать, как знать и то, что год состоит из 365 дней, и что через такое же количество дней снова вернется к нам зима, осень, лето или весна. Но для анализа важнейшей проблемы геологии — эволюции геологических процессов — это мало что дает и потому мало интересно. Рассматривая эту проблему в философском плане, я хочу напомнить, что такое бесконечное повторение явлений рассматривалось, скажем, Гегелем и в его представлениях оно обозначено парой слов: «дурная бесконечность». Об этой «дурной бесконечности» писал и Ф. Энгельс, подчеркивая, что в действительности бесконечный прогресс вовсе не простое повторение, а развитие, т. е. изменение. Наша задача, следовательно, состоит в том, чтобы в поисках возможности изучения общего развития неорганической природы выявлять, прежде всего, изменчивость, а не повторяемость явлений, событий или процессов и, таким образом, определять общие закономерности их эволюции. При этом существо проблемы заключается не в том, чтобы просто заявить об отсутствии тождества в повторениях, к чему обычно прибегают, а в том, чтобы установить, в чем же состоят существенные, принципиальные различия между кажущимися сходными гетерохронными событиями, явлениями или процессами. Как писал Энгельс, «одно дело признавать ее (идею развития. — *И. Л.*) на словах, а другое дело применять ее в каждом отдельном случае и в каждой данной области исследования»⁴.

Эволюция тех идей необратимого развития в приложении к неорганической природе, о котором мы ведем речь, осуществлялась, в общем, сложными путями. Во-первых, эти идеи были воплощены в систему разного рода генетических построений, ставших в текущем столетии основой научного мышления едва ли не всех естествоиспытателей; в подобных построениях исследование изменчивости тех или иных явлений обычно проводилось вне связи с учением о развитии геологических событий, реально происходивших в определенной хронологической последовательности и приводивших к общему преобразованию рассматриваемых явлений или объектов. Устанавливалось лишь некоторое начало или рождение рассматриваемого объекта

⁴ Фридрих Энгельс о диалектике естествознания. Под ред. Б. М. Кедрова. М., 1973, с. 38.

или процесса, его последующий рост и развитие и, наконец, исчезновение или отмирание. Таким образом, в этих построениях не имело значения ни реальное время, в течение которого происходил процесс преобразования изучаемого объекта, ни отношение этих процессов к соответствующим стадиям развития Земли.

Во-вторых, опираясь на те же идеи, многие исследователи стали предлагать различные модели наблюдаемых в природе процессов в форме гипотетических схем природных явлений, доступных либо для экспериментальной проверки и обоснования, либо для выявления соответствия наблюдаемых в природе соотношений между различными объектами. Примером может служить, скажем, модель сухого расплава, экспериментально изученная Боуэном. Эта модель, созданная для обоснования идей эволюции изверженных пород, объясняла их образование путем дифференциации единого родоначального базальтового расплава. Другой пример дает работа Ферсмана⁵, посвященная приложению законов эволюции к химии земной коры. В этой работе были рассмотрены общие изменения глубинного расплава в процессе его остывания и последовательного отделения от него разных компонентов. К тому же ряду близки гипотезы, предполагающие развитие некоторого процесса, включая начальные, средние и конечные этапы, будь то тектонический, как, например, у Штилле, или какой-нибудь иной процесс, с которым далее сопоставляются известные в настоящее время факты. Подобное представление об эволюции трудно, по-видимому, привести в строгое соответствие с тем, которое имел в виду эволюционист Дарвин, так как здесь обсуждаются чисто гипотетические построения и возможности их приложения к реальным объектам, а сами эти объекты и их взаимоотношения не рассматриваются.

Нет никаких оснований, конечно, умалять значение такого рода построений, но необходимо ясно понимать, что перед нами стоит задача выбора главного пути изучения эволюции неорганической природы и поэтому мы вынуждены определить начало этого пути и его особенности. Мы должны знать, будем ли мы стремиться к созданию некоторой общей гипотезы, более или менее удачно объяс-

⁵ Ферман А. Е. Законы эволюции в химии земной коры, — «Природа», 1930, № 3, с. 267—287.

являющей определенные явления, или начнем исследование самих вариаций этих явлений, основанное на изучении каменной летописи Земли и дающего возможность выявить новые, ранее не известные закономерности. Иначе говоря, мы должны ясно представлять, идем ли мы в изучении эволюции геологических явлений тем же путем, каким в исследовании эволюции органического мира шел Дарвин, который опирался на эмпирические данные и изучал необратимые процессы изменения изучаемых явлений, или будем предлагать различные гипотезы об эволюции, строя эфемерные, но может быть очень изящные временные сооружения, приятно ласкающие наш взор, но вспыхивающие и исчезающие в науке так же быстро, как и видение радуги на небе.

Я думаю, что у нас нет сомнений в том, что ответ должен быть дан однозначно в пользу Дарвина. Однако для выявления эволюции геологических процессов в истории Земли необходимо располагать не только общими соображениями, но и соответствующими средствами. Как мне представляется, такими средствами являются историко-геологические построения, опирающиеся на сравнительный анализ и формационные исследования. Мы хорошо знаем, что историко-геологические построения, в которых обобщены различные данные, главным образом по стратиграфии и палеогеографии, открыли перед исследователями изумительную картину сложных изменений, происходивших в прошлом на нашей планете на протяжении сотен, миллионов и даже миллиардов лет. Смена трансгрессий и регрессий, эпох образования гор и последующего их уничтожения и тому подобные события с полной очевидностью указывают на бескопечную изменчивость тех явлений, которые мы называем геологическими. В итоге создается полная иллюзия того, что главная цель выявления эволюции геологических процессов может быть достигнута путем уточнения различных историко-геологических построений для последовательно сменяющих друг друга интервалов времени. Чем более суженным окажется такой интервал и чем полнее будут историко-геологические данные для них, тем более близкой и достижимой кажется цель.

К сожалению, такое представление действительно иллюзорно. Прежде всего, если развернуть систематическую работу по уточнению геологических данных и суже-

нию хронологических интервалов, в пределах которых может быть нарисована достаточно полная палеогеографическая картина для прошлых эпох, то, естественно, такая работа окажется столь же продолжительной, как, скажем, развитие геологической науки вообще. Однако даже если бы мы могли достичь такой хронологической дифференциации геологических событий, что доступным оказался бы непрерывный их просмотр, подобно просмотру кинофильма, то и тогда, кроме констатации общей изменчивости процессов, мы не смогли бы, вероятно, выявить никакой тенденции общего развития и не смогли бы, таким образом, указать, в чем же состоит подлинная эволюция, необратимая эволюция, а не обычная изменчивость событий. Общие затруднения, связанные с разработкой проблем эволюции геологических процессов на основе историко-геологических построений, сейчас уже известны достаточно хорошо, и в целом очевидно, что, опираясь только на такие построения, трудно сколько-нибудь продвинуться в решении задачи выявления эволюции геологических процессов.

Но могут быть использованы и другие пути, в частности пути, близкие к историко-геологическому подходу, пути, предполагающие, что прогресс возможен в том случае, если будет применена методика выявления этапности в общем развитии осадочной оболочки Земли. История создания этой концепции восходит к вернеровским построениям, в которых предполагалось, что разным этапам развития земного шара отвечают существенно различные геологические образования, отличающиеся друг от друга составом свойственных им пород. Известно, что подобная методика в общем полезна, но опять же она сама по себе решающей быть не может. Мне представляется, что один из главных методов, который широко использовал в нашей науке уже сейчас и литологами, и тектонистами, должен быть основан на сравнительном анализе, на сопоставлении геологических образований, принадлежащих различным стратиграфическим уровням, а также на выявлении различий между ними. Соответствующие построения Н. М. Страхова в области литологии, А. Л. Яншина в области тектоники и многие другие широко известны. При этом могут быть выделены хроностабильные, скажем, образования, т. е. устойчивые, приуроченные к определенным интервалам времени, и такие, которые можно

назвать *универсальными*, иначе говоря — элементы, постоянно повторяющиеся на протяжении всего рассматриваемого промежутка времени.

Одним из главных методов, на который можно опираться при разработке проблемы эволюции геологических процессов истории Земли, является формационный анализ. Исследованию ассоциации горных пород доступны в этом плане наиболее широкие возможности. Я не буду сейчас останавливаться на деталях этой проблемы и отмечу, что здесь, конечно, многое сделано и делается у нас в Институте и в других учреждениях нашей страны. Такие работы ведутся главным образом в области изучения вещественного состава осадочных и изверженных горных пород, но при их осуществлении совершенно недостаточно еще используются возможности сравнительного анализа, который в сочетании с формационным методом мог бы привести к решающим достижениям в этой области.

Если касаться в целом методов и способов, применяемых для выявления необратимой эволюции геологических процессов, то мне представляется, что необходимо опираться на сочетание трех подходов, включающих: историко-геологические построения, без которых вообще невозможен анализ исторических преобразований, происходящих на земной поверхности, сравнительный анализ и формационные исследования.

Что касается формационных исследований, то они, несомненно, должны быть усилены в отношении выявления количественных параметров, определяющих роль тех или иных формаций в истории Земли. На пути определения таких параметров очень многое может быть сделано; отдельные попытки в этом направлении предпринимаются. В целом же, совокупная работа над применением всех этих основных подходов, в особенности формационного анализа и количественных расчетов, позволит нам подойти к выявлению тех преобразований в коре и мантии Земли, которые определяют меру в развитии геологических процессов и скачки, происходящие на границах, разделяющих отдельные этапы развития этих процессов.

В заключение следует подчеркнуть, что «естествознание не может строиться на красивых и широких идеях, как бы глубоки и истинны они ни были. Ибо характерной чертой его развития является его *изменчивость*, постоянное создание нового, неостанавливающийся про-

цесс созидания. Оно служит отражением живого человеческого сознания, а не мертвой мысли. Идея в естествознании должны постоянно расти, изменяться и создаваться, и если они не будут питаться постоянно возобновляемым конкретным материалом новых фактов, новых наблюдений, новых опытов, в них самих начнется процесс разложения и изменения, который неизбежно приведет к далекой от научной действительности мистике, отвлечет от науки живой интерес мыслителя, и в конце концов приведет к сухой мертвой абстракции⁶. Так писал величайший наш русский геолог-мыслитель — Владимир Иванович Вернадский, и этими его словами хотелось бы закончить приведенный выше краткий обзор методологических аспектов проблемы изучения общего развития неорганической природы Земли.

СТРАТИСФЕРА ЗЕМЛИ И ИСТОРИЯ ЖИЗНИ

В. С. СОКОЛОВ, *акад. АН СССР*

То, что окружающий нас мир организмов возник не вдруг, а в результате длительного развития — знает каждый. Не напрягая воображение, легко представить, что бесконечное многообразие животных и растений, населяющих сушу и воды планеты с исключительным разнообразием их жизненных обстановок, есть результат длительного эволюционного процесса. Современному читателю нетрудно представить и то, что природа немало потрудилась над тем, чтобы стереть многие картины и памятки эволюции, разбить весь эволюционный процесс на звенья, связать которые воедино так же сложно, как восстановить древний манускрипт из обрывков страниц, рассеянных по всему миру.

Вместе с тем каждый знает, что палеонтология — наука о живых существах прошлых геологических эпох, истории их развития — достигла огромных успехов. Она представила нам удивительный мир исчезнувших с лица Земли древних животных и растений (в различных скелетных остатках, отпечатках, следах и реконструкциях), установила реальную последовательность в смене

⁶ Вернадский В. Н. Парагенезис химических элементов в земной коре. Избр. соч., т. I. М., 1954, с. 399.

жизненных форм и жизненных сообществ, создала тот палеобioлогический фундамент, без которого не могла бы сформироваться теория эволюции со всеми ее направлениями.

Значительно менее известно широкому кругу читателей, что необратимый ход эволюционного процесса был использован геологией для создания геохронологической шкалы — конечно, шкалы относительного времени с биологическими точками отсчета, позволившими физически (материально) документировать ход времени, определить последовательность геологических и биологических событий прошлого, направленность и необратимость геологического процесса в целом. В этом остроумном синтезе время перестало быть абстракцией, оторванным от материального мира, от геологического пространства. Сама геология стала наукой исторической, т. е. наукой в строгом смысле. Стратиграфия — раздел геологии, занимающийся изучением последовательности напластований и закономерностей сопоставления (корреляции) этих напластований во всем объеме слоистой оболочки Земли (стратисферы), — приобрела значение базиса этой науки. Представление же о материализованном геобioлогическом времени получило фундаментальное значение в общей концепции времени.

Однако беспокойному человеческому уму этого было мало: хотелось знать не только последовательный (относительный) порядок событий, явлений и процессов в прошлой истории Земли, но и истинное время, выраженное в привычной годичной метрике, отделяющее нас от этих событий. Последние должны были иметь датируемые начало и конец, т. е. определенную длительность, могли входить в опорный хронологический ряд и соотноситься в пространстве на основе этих же датировок. Такое время обычно называют абсолютным, что, вероятно, также несколько условно. Но нет сомнения в притягательной силе этой хронометрии и ее исключительном значении для понимания подлинной скорости течения различных геологических процессов в природных условиях, измерения и открытия временных пробелов в локальных геологических ситуациях, правильного представления о темпах органической эволюции, ее неравномерности и т. п.

Известен целый ряд попыток подойти к абсолютному летоисчислению в геологии, но только с открытием явле-

ния радиоактивности и долгоживущих изотопов стало возможным приблизиться к созданию достаточно достоверной шкалы геологического времени. Наиболее трудными оказались — разработка методов определения возраста горных пород (уран-свинцовый, калий-аргоновый, рубидий-стронциевый и др.) и правильная геологическая интерпретация полученных цифр: какие события они датируют — проявления магматизма, рудообразование, ту или иную фазу метаморфизма, возраст вмещающих пород. Само собой разумеется, что для создания геохронологической шкалы из целого моря цифр интерес могли представить только те, которые с максимальной достоверностью датировали те или иные локальные точки нормального стратиграфического разреза. От этих конкретных точек надо было перейти к расчету возраста самих подразделений общей стратиграфической шкалы, которая приобрела статус международного эталона (стандарта).

Первые же результаты исследований геохимиков-изотопистов оказались ошеломляющими. Они показали, что на Земле есть породы, возраст которых измеряется сотнями миллионов и даже миллиардами лет. Нужно было найти место этим датам в сводной стратиграфической последовательности пород и выяснить, каким образом они характеризуют *относительную биохронологическую (палеонтологическую) последовательность*, установленную на Земле кропотливым трудом палеонтологов и биостратиграфов на протяжении XIX и XX вв. Палеонтологи встретили эти неожиданные открытия с огромным интересом и вместе с тем с чувством тревоги и ревности: многим стало казаться, что палеонтология сыграла свою роль в геологии и теперь ее место займет чисто геохимическая аналитика. Однако опасения оказались преждевременными. Дело в том, что палеонтологический и изотопно-геохимический методы не конкурируют между собой, а только дополняют друг друга в своей хронологической и корреляционной функции в геологии, что они играют разную роль на разных уровнях стратиграфической шкалы и что геологическое картирование пока просто невозможно по пунктам взятия редких радиоактивных пород.

Подлинный триумф сочетанию изотопной геохронологии и палеонтологической стратиграфии принесло датирование самой палеонтологической летописи: через зональную биостратиграфию в ряде геологических систем

(ордовикская, силурийская, юрская, меловая и др.) удалось достигнуть такой расчетной точности возрастного интервала этих наиболее дробных подразделений (от 600 тыс. до 2—3 млн. лет), которая лежит за пределами точности самых совершенных изотопно-геохимических методов. Однако в научном отношении быть может самым главным было установление возраста кембрийского «популяционного взрыва». Именно с него (начало кембрийского периода) традиционно начиналась палеонтологическая летопись, развертывавшаяся на протяжении так называемого фанерозоя (периодов явной дифференцированной жизни), вплоть до голоцена (последней ледниковой эпохи).

Уже после 1960 г. были получены, главным образом, в геохимических лабораториях СССР, наиболее многочисленные данные о возрасте древнейших пород кембрия, позволившие приписать изотопный возраст основания кембрийской системы равным 570 ± 20 млн. лет. Эта датировка во всем мире считается сейчас наиболее обоснованной. Таким образом, вся палеонтологическая история органического мира Земли, как предыстория ее современного органического мира, — так существенно повлиявшая на все эволюционистские концепции в биологии, включая теорию Ч. Дарвина, — оказалась замкнутой в интервале менее 600 млн. лет.

Еще недавно было трудно ответить на вопрос — много это или мало, хотя уже давно возникла мучительная проблема поисков истоков докембрийской жизни, поскольку кембрийская жизнь предстала перед взором ученых в полном разнообразии типов беспозвоночных и низших растений, что неизбежно предполагало длительную, еще более древнюю предысторию, но скрытую в, казалось бы, непостижимой, мгле ранних этапов развития самой планеты. Кембрийский феномен породил множество гипотез, но почти все они упирались в стену скептической убежденности, что следы жизни в древних породах Земли уничтожены процессами многократной термодинамической переработки этих пород, известных нам как породы кристаллического фундамента Земли, слагающего ядра современных континентов.

Но все оказалось иначе, хотя и не проще. Последняя четверть века ознаменовалась целой лавиной открытий, которые революционизировали и науки о Земле и ее жиз-

ни. Я назову лишь некоторые открытия из разных областей знания.

Вскоре после окончания войны в европейской части СССР (Русская платформа) началась выполняться очень широкая и многолетняя программа глубокого бурения. Несколько позднее она охватила Сибирскую платформу и всю страну. Одним из первых результатов было открытие, что кристаллический фундамент древних платформ перекрывается мощным осадочным чехлом совершенно неизмененных или слабо измененных нормально-слоистых осадочных пород и что эти породы являются докембрийскими, а не кембрийскими или еще более молодыми, как всегда считалось. Стратиграфическая корреляция привела к выводу, что аналоги вскрытых бурением толщ давно известны и в складчатых геосинклинальных системах (Урал, Тянь-Шань, горные пояса Южной и Восточной Сибири), но они там ошибочно интерпретировались из-за неясности соотношения с кембрием. Оба типа отложений (платформенный и геосинклинальный) оказались известными и на других континентах, но и там они были или очень слабо изучены, или неверно определены по своему возрасту.

В результате этих работ в позднем докембрии были установлены (1945—1950 гг.) два важнейших новых стратиграфических подразделения — вендская система (венд), непосредственно предшествующая кембрию (продолжительность периода около 100 млн. лет), и еще более древняя рифейская группа (рифей), состоящая из трех подразделений, имеющих нижние границы около 1,0 млрд. лет, около 1,35 млрд. лет и около 1,65 млрд. лет (основание рифея).

В палеонтологическом отношении венд оказался вовсе не немым, но очень специфическим. Почти вся его фауна представлена шестью основными типами беспозвоночных, но они лишены скелетных покровных образований, столь типичных для беспозвоночных всего фанерозоя. Среди растений в венде широко представлены многоклеточные лентовидные водоросли, слоевища которых совершенно лишены минерализации; исключительно обилен многообразный фитопланктон. К венду приурочена хорошо известная в Австралии, Южной Африке и Северной Америке так называемая эдиакарская фауна, появившаяся вслед за одним из величайших древних оледенений (лапландским

или варангерским) нашей планеты в начале венда (680 ± 20 млн. лет тому назад).

В верхнем рифее достоверно известны лишь следы жизнедеятельности организмов, но не сохранились отпечатки самих животных — по-видимому, покровные оболочки были слишком слабые. Зато во всем рифее фантастического развития и разнообразия достигли карбонатные строматолиты — образования, обязанные своим происхождением жизнедеятельности синезеленых водорослей и, вероятно, бактерий. К середине рифея (1,3—1,4 млрд. лет) несомненно относится появление эукариот — первых одноклеточных, а потом и многоклеточных организмов с внутриклеточными структурами и, прежде всего, ядром. Прямые доказательства этого явления еще обсуждаются, но открытие уже сильно дифференцированного органического мира позднего рифея (водоросли, грибы, следы беспозвоночных) и особенно венда несомненно свидетельствуют о приуроченности этого величайшего в органической эволюции события к рифею.

После определения возраста рифейской группы осадочных пород Земли более определенное место заняли в стратиграфической шкале и дорифейские отложения — карельские (афегийские) и самые древние — архейские, разделенные геохронологическим рубежом около 2,6 млрд. лет. Они также оказались не лишены жизни. В этих толщах Карелии достаточно широко распространены строматолиты и породы — продукты жизнедеятельности микроорганизмов (в частности, ферробактерий). Эти образования известны и в архее. Более того, имеются веские аргументы в пользу существования на Земле уже около 3,5—3,7 млрд. лет тому назад микроорганизмов (бактерий и синезеленых водорослей), обладавших аппаратом фотосинтеза (об этом свидетельствуют соотношения изотопов углерода). Весь этот древнейший органический мир Земли принадлежал ранним прокариотам, т. е. организмам, не имевшим ядерного вещества.

Палеонтологические и палеобиохимические исследования, связанные с изучением докембрийских отложений и продуктов жизнедеятельности древнейших организмов, привели к формированию совершенно новых направлений в изучении истории примитивной Земли — «молекулярной» палеонтологии и морфологической микропалеонтологии докембрия. Возрастная глубина использования па-

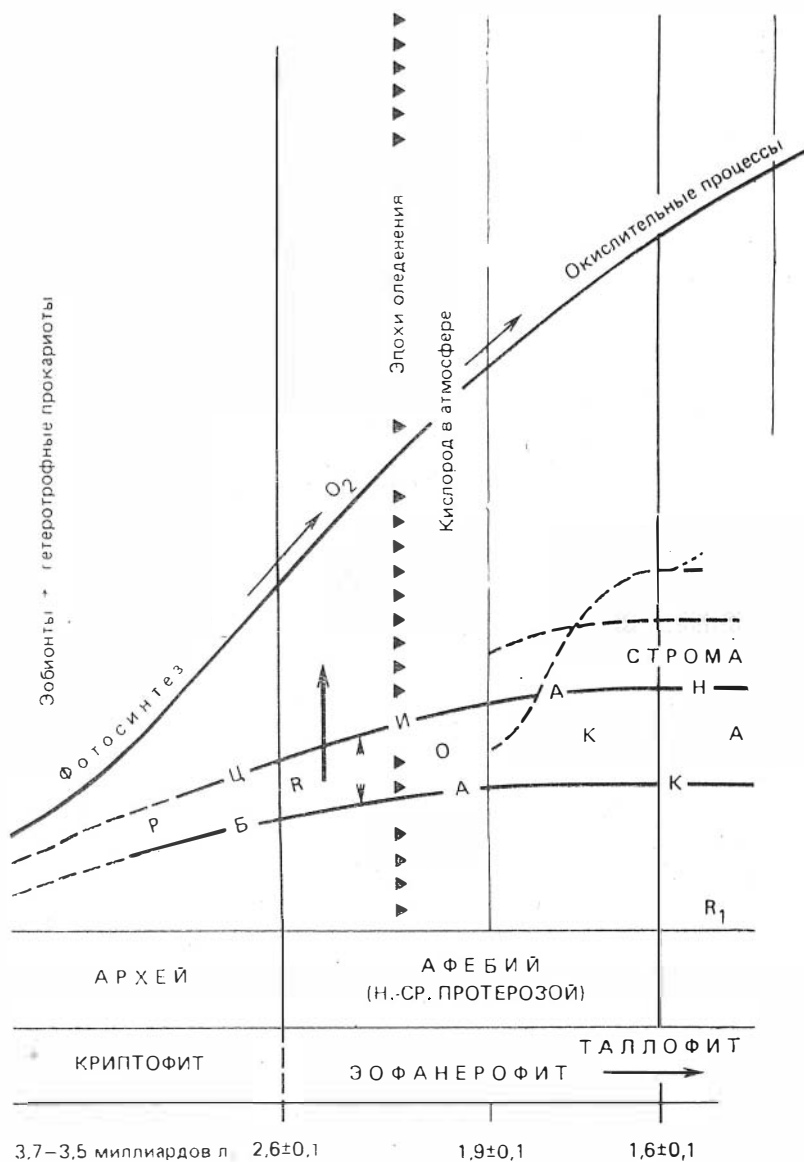
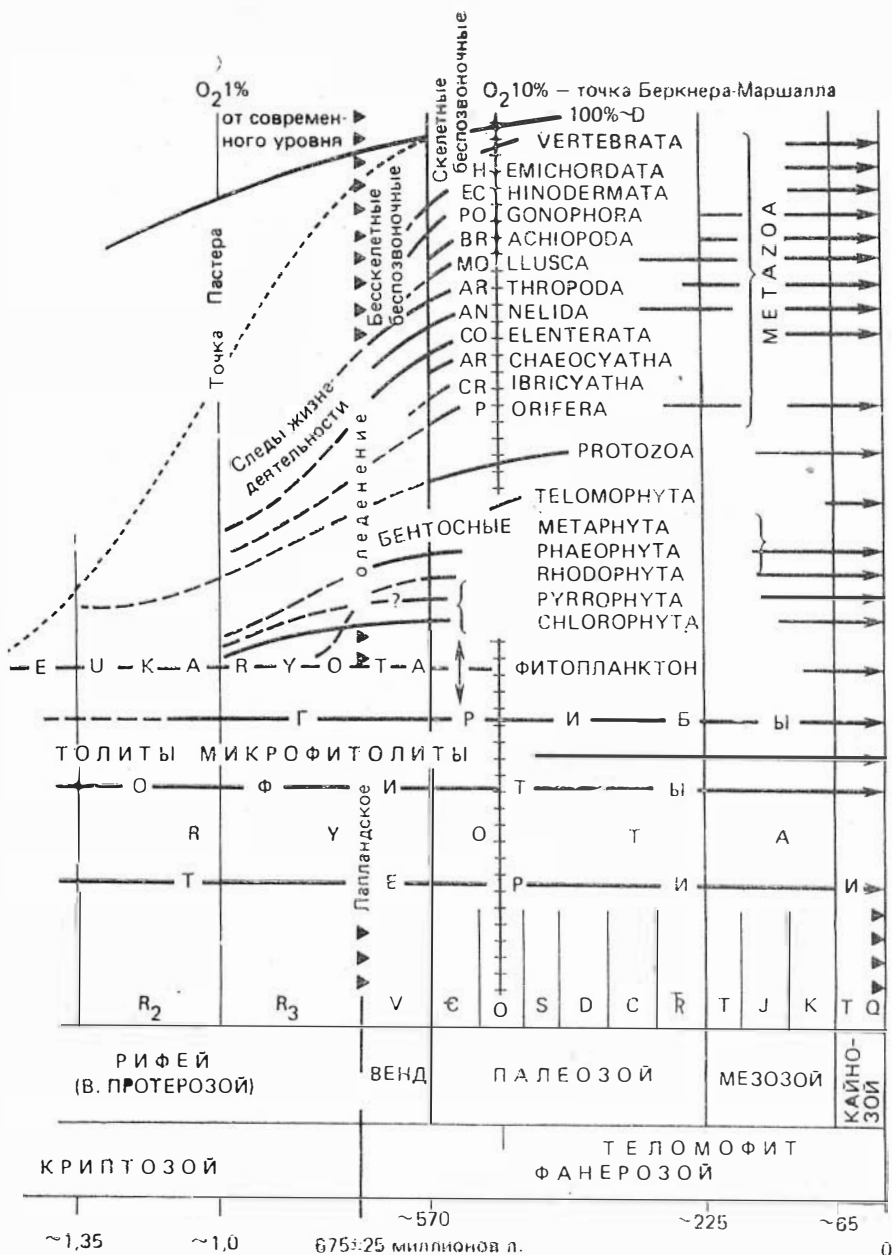


Рис. 1. Схема развития



органического мира.

леонтологических данных в геологии увеличивалась на 3 млрд. лет, т. е. стала в 7 раз больше того предела, который считался в геологии доказанным, а не предположительным.

Параллельно с прогрессом наших палеонтологических и палеобиохимических знаний накапливалось все больше данных об участии в формировании древнейшей земной коры не только вулканогенных и магматических пород, но и пород водно-осадочного происхождения, формировавшихся под воздействием внешних факторов — гидросферы и атмосферы. Эти породы и лежат в основании прерывистой осадочной оболочки Земли или стратисферы: с ними связаны все следы древнейшей жизни.

Стратисфера Земли — несомненно, одно из уникальнейших явлений среди планет Солнечной системы. Геологи, геофизики, геохимики, палеобиологи подходят к ее изучению с разных точек зрения, черпая из нее самую разнообразную информацию, а для человечества она — главный источник энергетических и минеральных ресурсов. Стратисфера должна привлечь особое внимание и как конденсатор истории былых биосфер планеты, функционировавший на протяжении минимум 3,5 млрд. лет. Возраст лунных пород — 3,5—4,5 млрд. лет — отвечает возрасту достратисферных пород Земли. А отсюда следует еще один важный вывод: стратисфера Земли должна стать наиболее надежным источником информации о событиях в самой Солнечной системе на протяжении по крайней мере последней трети ее истории. Одна из важнейших страниц истории Космоса, таким образом, может быть прочитана на самой Земле. Кажется, что космологи еще недостаточно ясно себе это представляют.

В понимании происхождения жизни и возможных путей ее возникновения мы все еще не раскрыли окончательно содержание того неизбежного скачка от химической эволюции к биологической, который должен был привести к появлению самовоспроизводящихся живых систем. Но несомненно теперь одно: на Земле эти простейшие прокариотические системы фиксируются с самого начала формирования стратисферы, и этот момент наступил на 3 млрд. лет раньше, чем возник феномен кембрийской жизни. С порога земной стратисферы открывается совершенно иная панорама развития жизни на Земле, чем та, которую привыкли видеть эволюционисты, полагавшие,

Зоны	Шкала докембрия СССР (1977, май)			Геохронологические подразделения (млн. лет)	Группы органического мира, этапы эволюции																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Фанерозой 570±20	Палеозой	Кембрий (Є)		570±20	570±20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

Рис. 2. Общая стратиграфия шкалы докембрия СССР и хронология важнейших групп органического мира.

что следы палеонтологической истории сохранились только с кембрия.

Общую картину развития жизни иллюстрируют две схемы (рис. 1 и 2), впервые опубликованные мною в 1976—1977 г. Некоторые черты этой докембрийской жизни представляются особенно примечательными и важными. Во-первых, мы несомненно видим параллельные пути развития таких важнейших генетических стволов жизни, как бактерии, синезеленые водоросли, грибы. Во-вторых, прокариоты оказались самыми древними, самыми устойчивыми и их эволюция шла наиболее монотонно. В-третьих, мы можем утверждать, что эукариоты возникли не ранее начала рифея (4,65 млрд. лет) и не позднее его середины (около 4,35 млрд. лет), но мы не располагаем данными, ни подтверждающими гипотезу симбиогенеза, ни опровергающими ее. В-четвертых, многоклеточные растения и многоклеточные животные, вероятно, возникли почти одновременно, но нам легче вывести многоклеточные растения из агрегатных структур одноклеточных водорослей, богато представленных в рифее, чем обосновать такой же путь формирования многоклеточных животных. И общий предок для них палеонтологически остается недоказанным. В-пятых, темп прогрессивной эволюции, несомненно, резко возрастает с возникновением эукариот и появлением полового размножения (организмы позднего рифея и венда). В-шестых, последникова вендская (эдиакарская) фауна бесскелетных беспозвоночных, при всем ее своеобразии, скорее тяготеет к фанерозойскому этапу эволюции, чем завершает протерозойский, и эффект кембрийского «популяционного взрыва» имеет прежде всего биохимическую природу — возникновение биоминеральных структур в покровных тканях.

ЭТАПНОСТЬ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА В ПРОШЛОМ

В. И. Сакс, *чл.-кор. АН СССР*

Наша планета в Солнечной системе находится в условиях, максимально благоприятствовавших появлению и развитию жизни. Поверхность Земли получает солнечную энергию, определяющую возможность существования жизни, в количествах, достаточных для поддержания

жизни. Плотная атмосфера Земли защищает ее поверхность от проникновения губительных для живых организмов космических лучей. В еще большей степени эту задачу выполняет мощное магнитное поле, окружающее планету. Очень велика в защите от космических лучей роль озонового слоя в земной атмосфере. На поверхности земного шара есть необходимая для белковой жизни вода. И, наконец, кислород анаэробные организмы могли использовать из составлявших тогда значительную часть атмосферы углекислого газа и паров воды, поскольку в первичной атмосфере не было или почти не было свободного кислорода.

По всем этим признакам Земля выгодно отличается от всех других планет Солнечной системы и в том числе от своих ближайших соседей — Венеры и Марса. Обе эти планеты лишены сильного магнитного поля и не содержат в атмосфере свободный кислород. Венера получает больше, чем Земля, солнечной энергии, но это обстоятельство наряду с парниковым эффектом, создаваемым мощной атмосферой, которая почти целиком состоит из углекислого газа, крайне отрицательно сказывается на возможности развития жизни. Нижние слои атмосферы обладают столь высокими температурами, что жизнь, по крайней мере на поверхности твердой оболочки планеты, существовать не может. Марс, имея меньшую массу, растерял большую часть своей атмосферы, состоящей сейчас в основном из углекислого газа. Поверхность Марса подвергается воздействию космического излучения и к тому же из-за большой удаленности Марса от Солнца получает меньше солнечной энергии. Тем не менее, условия на Марсе таковы, что не исключают развития жизни. Надо сказать, что пока бесспорных свидетельств существования или, наоборот, отсутствия жизни на Марсе мы не имеем.

О других планетах солнечной системы мы говорить не будем. Они настолько резко отличаются от Земли, что жизнь в сопоставимых с земными условиях там развиваться не могла.

Жизнь на Земле существует не менее 3,5—4 млрд. лет. Поэтому можно утверждать, что условия облучения земного шара Солнцем все указанное время были относительно стабильными. Солнце находится в стадии желтого карлика около 4,5—5 млрд. лет и, очевидно, в его излучении не было резких скачков, которые неминуемо привели бы к

гибели всего или почти всего живого на Земле. Астрономы допускают колебания в пределах 2—3% коротковолнового излучения, которое особенно сильно сказывается на живых организмах. Можно также утверждать, что в ближайших окрестностях Солнечной системы на расстоянии порядка нескольких парсеков за время существования жизни на Земле не было взрывов сверхновых звезд, которые тоже повлекли бы за собою гибель биосферы на нашей планете.

Тем не менее, в развитии жизни на Земле наблюдается четкая этапность, выражающаяся в наличии ряда рубежей разных порядков, которые фиксируются по существенному обновлению органического мира. Развитие жизни на Земле — один из нагляднейших примеров диалектического развития от простого к сложному. Мы знаем, что эволюция органического мира в соответствии с законом диалектического развития должна сама по себе протекать скачкообразно. Однако характер изменений органического мира на разделяющих разные этапы рубежах, как будет показано ниже, таков, что необходимо допускать воздействие каких-то внешних факторов.

У нас нет оснований думать, что на границах отдельных этапов происходили катастрофы. По мнению большинства исследователей, на упомянутых рубежах имело место лишь усиление мутаций, что приводило к появлению новых форм, которые затем постепенно вытесняли старые.

Каковы могли быть причины таких скачков в развитии жизни на Земле, мы подробнее рассмотрим ниже. Однако с самого начала надо сказать, что диалектический материализм учит нас рассматривать все явления взаимосвязанно. То, что развитие жизни на Земле зависело от изменений среды, в которой обитают живые организмы, кажется очевидным. Изменения гидро- и атмосферы, термического режима, колебания в интенсивности магнитного поля, горообразовательные процессы, трансгрессии и регрессии Мирового океана — все это, бесспорно, оказывало воздействие на развитие биосферы.

Вместе с тем Земля, будучи частью Солнечной системы, которая в свою очередь входит в число примерно 100 млрд. звезд Галактики, не может избежать воздействия внеземных факторов. В первую очередь это касается Солнца, колебания излучения которого, несомненно, непосредственно влияют на развитие животных и растений, а также на тем-

пературные условия среды обитания. По-видимому, весьма велика и роль изменений магнитного поля Солнца. Наряду с Солнцем земной шар подвергается воздействию космического излучения, не могли не сказаться на эволюции биосферы и взрывы сверхновых (на расстоянии порядка 10—25 парсеков) и новых звезд, различия в интенсивности космического излучения, в гравитационном и магнитном полях разных частей Галактики, пересекаемых Солнечной системой на ее внутригалактической орбите.

Роль многих из этих факторов мы пока не можем оценить, но все же должны считаться с тем, что развитие биосферы на нашей планете не могло не реагировать на воздействия из Космоса.

О развитии жизни в докембрии мы знаем еще слишком мало, и потому уловить этапность в эволюции органического мира в течение первых примерно 3 млрд. лет его существования пока очень трудно. Все же важнейшие перемены в развитии биосферы фиксируются достаточно определению. Прежде всего надо указать на рубеж, отмечающий возникновение аэробных организмов, оказавшееся возможным лишь тогда, когда появился в атмосфере свободный кислород. Можно считать, что это произошло около 3 млрд. лет назад. Примерно 2,6 млрд. лет назад, по данным В. С. Соколова¹, появились клеточные организмы, а около 1650 млн. лет назад уже живые клетки с ядром — эукариоты.

Следующий важный рубеж связан с появлением животных организмов, характеризовавшихся новым способом питания — за счет других организмов, что требовало повышенной активности и соответственно повышенного питания кислородом. Этот рубеж, как указывает В. С. Соколов², находится где-то около 1 млрд. лет назад. Широкое развитие *Metazoa* и *Metaphyta* получили с рубежа на уровне 680—700 млн. лет.

Можно считать, что основной причиной роста содержания свободного кислорода были процессы фотосинтеза. Несомненно, свободный кислород образуется в атмосфере и другими путями. Есть данные о выделении свободного кислорода при вулканических извержениях. Постоянно

¹ Соколов В. С. Перспективы биостратиграфии докембрия. — «Геология и геофизика», 1977, № 11, с. 7—15.

² Там же.

под воздействием космических лучей происходит в верхних слоях атмосферы диссоциация молекул углекислого газа и паров воды. Однако освободившийся кислород, по-видимому, целиком расходуется на окислительные процессы, и накопления его не происходит. Свидетельством тому являются атмосферы Марса и Венеры, состоящие в основном из углекислого газа, но все же лишенные свободного кислорода. Между тем на Марсе окислительные процессы идут весьма интенсивно, и почти вся планета покрыта слоем, обогащенным продуктом окисления железа — лимонитом.

У нас нет полной ясности в том, как увеличивалось в атмосфере содержание кислорода. По мнению многих ученых ³, в атмосфере на границе докембрия и кембрия кислород составлял около 10% от его современного содержания. А. Б. Ропов ⁴ считает, что при переходе к кембрию содержание кислорода составляло уже около 30% от современного. Еще более высокие значения приводит Ю. П. Казанский ⁵, опирающийся на определения состава газовых включений в горных породах (20—40% современного содержания кислорода уже в среднем протерозое, т. е. более 1,5 млрд. лет назад). В. И. Бгатов ⁶ утверждает, что даже в архее содержание кислорода в атмосфере было близким к современному (за счет поступления кислорода из базальтовой магмы). Последняя точка зрения нам не кажется обоснованной (остается песяпой роль кислорода, выделяющегося из земных недр).

Рубеж на границе докембрия и кембрия (570 млн. лет), ознаменовавшийся появлением массы скелетных форм беспозвоночных, известковых водорослей, если следовать построениям А. Б. Ропова, не сопровождался существенными перестройками в составе атмосферы (содержания

³ Руттен И. Происхождение жизни. М., 1973; Schidlowski M. Probleme der atmosphärischen Evolution im Präkambrium. — «Geologische Rundschau», 1971, Bd 60, H. 4, S. 1357—1384.; и др.

⁴ Ропов А. Б. Вулканизм, карбонатапокопление, жизнь. — «Геохимия», 1976, № 8, с. 1252—1277.

⁵ Казанский Ю. П. Особенности эволюции осадочного процесса в геологической истории Земли. — В кн.: Эволюция осадочного породообразования в истории Земли. Новосибирск, 1976, с. 116—130.

⁶ Бгатов В. И. Кислород земной атмосферы. — В кн.: Материалы по литологии и осадочным полезным ископаемым Сибири. Новосибирск, 1976, с. 3—23. (Труды СНИИГГиМСа, вып. 218).

O₂ и CO₂ заметно не менялись). Если это так, указанный перелом, крупнейший в истории органического мира Земли, мог иметь своей причиной какие-то другие, может быть внеземные, факторы.

Следующий крупный рубеж на границе кембрия и ордовика (490 млн. лет) повлек за собой значительное расширение систематического состава беспозвоночных. По данным О. Шиндевольфа⁷, этот рубеж переходит 15 крупных таксонов, начинают свое развитие вблизи границы кембрия и ордовика 17 таксонов (на уровне классов, подклассов, отрядов и подсемейств). По схеме А. Б. Роннова, и на этом рубеже содержание O₂ и CO₂ в атмосфере не претерпевает заметных изменений.

В конце ордовика и в силуре растения завоевывают сушу. Этот безусловно важный рубеж мог совпадать с появлением в атмосфере озонового слоя, защищающего наземные организмы от космического излучения. По данным А. Б. Роннова, в девоне и нижнем карбоне фиксируется рост более чем в 2 раза содержания в атмосфере O₂ и CO₂. В карбоне (около 300 млн. лет назад) содержание кислорода в атмосфере достигло, по-видимому, уже современного уровня (судя по развитию крупных летающих насекомых — стрекоз, требовавших для поддержания тела и полете высоких затрат энергии).

Надо заметить, что наряду с крупными рубежами в эволюции жизни на протяжении палеозойской эры отмечаются многие менее заметные, но все же фиксирующиеся в развитии ряда групп организмов, временные границы. По ним устанавливаются границы геологических периодов, составляющих их эпох и веков. На основе смены комплексов граптолитов в ордовике и силуре выделяются около 50 зон со средней продолжительностью времени формирования порядка 2 млн. лет каждая.

На протяжении мезозойской и кайнозойской эр развитие жизни на Земле вступило в качественно новый этап, закончившийся появлением человека. Жизнь завоевала все пригодные для ее существования биологические ниши в море и на суше и, начиная уже с позднего палеозоя, вступила в эпоху бурного расцвета.

Становление человека, развитие его культуры приводят на наших глазах к перестройке органического мира,

⁷ Schindewolf O. Neokatastrophismus?— «Zeitsch. Deutsch. Geol. Ges.», 1963, Bd 144, H. 2, S. 430—445.

столь резкому изменению состава атмосферы, гидросферы и биосферы, что это нельзя не расценивать как начало нового этапа в развитии жизни на нашей планете.

Переход от палеозоя к мезозою ознаменовался существенной перестройкой органического мира, в первую очередь животных. Большое количество групп животных, характерных для палеозоя, целиком или почти целиком заканчивают свое существование на границе перми и триаса, и в то же время большое количество новых таксонов появляется, начиная с триаса. К числу первых относятся табуляты, четырехлучевые кораллы, гониатиты, трилобиты, фузулины, рахитомные амфибии, почти все котилозавры и тероморфы. Среди вновь появляющихся таксонов можно назвать ряд групп двустворок и гастропод, цератитины, многие группы рептилий и т. д. О. Шиндewolf⁸ называет 22 крупных таксона, вымирающих на границе перми и триаса, и 20 таксонов, вновь появляющихся вблизи этой границы. Как указывает А. С. Дагис⁹, из 17 надсемейств брахиопод, известных в перми, 11 не переходят или почти не переходят в триас, 5 новых надсемейств появляются в течение триаса.

Рассматриваемая перестройка животного мира не носила катастрофический характер и, вероятно, была достаточно длительной и постепенной. Тем не менее наличие перелома в развитии животных на границе перми и триаса вряд ли можно оспаривать. Перелом в развитии растительности, по крайней мере в Сибири, Индии и на материках южного полушария, по данным В. А. Вахрамеева и др.¹⁰, тоже приходится на начало триаса. Позднепермские и раннетриасовые флоры являются переходными между флорами палеофита и мезофита, но уже содержат элементы новых свойственных мезофиту групп (гинкговые, цикадофиты, хвойные).

Для мезозоя в целом характерно господство в морской фауне аммонитов, белемнитов, рудоз, в наземной фау-

⁸ Schindewolf O. Op. cit.

⁹ Дагис А. С. Триасовые брахиоподы. Морфология, система, филогения, стратиграфическое значение и биогеография. — «Труды Ин-та геол. и геоф. СО АН СССР», Новосибирск, 1974, вып. 314. 387 с.

¹⁰ Вахрамеев В. А., Добрушкина И. А., Заклинская Е. Д., Мейсен С. В. Палеозойские и мезозойские флоры Евразии и фитогеография этого времени. — «Труды ГИН АН СССР», М., 1970, вып. 208. 426 с.

не — рептилий. Внутри мезозоя выделяются отдельные крупные рубежи в развитии фауны. Первый наиболее четкий из них приурочен к границе триасового и юрского периодов и выражен также достаточно четко. Здесь вымирают цератитины, стереоспондилы, лабиринтодонты, существенно меняется состав брахиопод. Из 12 надсемейств триасовых брахиопод в позднем триасе заканчивают свое существование 4 надсемейства, т. е. 1/3. По данным Л. В. Миловой¹¹, на Северо-Востоке СССР из 20 родов двустворок, живших в конце триаса, переходят в юру только 8, вновь появляются 5 родов. С начала юры появляются аммонитины, новые надсемейства белемноидей, динозавры, черепахи, птерозавры. Меняется и состав флор.

Граница юрского и мелового периодов не является столь четким рубежом в развитии органического мира и, вероятно, не совпадает с естественными рубежами в развитии биосферы. Для примера можно привести изменения в составе аммонитов на уровне подсемейств в Тетическом поясе¹². Между ранним и поздним титоном 2 подсемейства вымирают и 2 появляются, на границе титона и берриаса, т. е. юры и мела, 3 вымирают и 1 появляется, между берриасом и валанжином 5 подсемейств вымирают и 3 появляются. Очевидно, все эти рубежи одного ранга.

Все же меловая морская фауна постепенно приобретает черты существенного отличия от юрской. Среди аммонитов появляются формы с аномальной раковиной, не полностью свернутой или даже палкообразной, с упрощенной лопастной линией. Широко развиваются рудисты, особенно в позднем мелу — губки, планктонные фораминиферы, морские ежи. На суше изобильны черепахи, птерозавры, змеи, зубастые птицы.

Следующий очень крупный рубеж в развитии органического мира приходится на границу мела и палеогена. Снова большое количество групп животных вымирает или почти вымирает, замещаясь новыми группами. Среди

¹¹ Милова Л. В. Анализ комплексов видов двухстворчатых моллюсков на границе триаса и юры в бассейне р. Гижиги (Приохотье). — В кн.: Биостратиграфия бореального мезозоя. Новосибирск, 1974, с. 39—50. (Труды Ин-та геол. и геоф. СО АН СССР, вып. 136).

¹² Wiedmann I. Das problem stratigraphischer Grenzziehung und die Jura-Kreide Grenze. — «Eclog. Geol. Helvet.», 1968, vol. 61, N 2, S. 321—386.

исчезающих группы можно назвать в морях аммоноиды, белемноиды, рудисты, на суше, а также и в море разнообразные пресмыкающиеся (динозавры, ихтиозавры, птерозавры и др.). Появляются новые группы моллюсков и, главное, многочисленные новые группы млекопитающих. Несомненно, и этот рубеж не носил катастрофического характера, представители многих вымирающих групп, например белемноиды, переходят в палеоген и наоборот: некоторые группы плацентарных млекопитающих известны в верхах мела. Неопределенным остается положение датского яруса, который в настоящее время считается завершающим меловую систему, но который многими исследователями признается более близким к палеогеновой системе. И надо согласиться, что многие характерные для мелового периода группы фауны вымирают до начала датского века.

О. Шиндewolf¹³ с достаточным основанием называет рубеж между мелом и палеогеном «великим фаунистическим разрывом». На его схемах отмечается вымирание на этом рубеже 14 и появление 24 новых крупных таксонов животных. В. А. Красилов¹⁴ в отличие от большинства предыдущих исследователей отмечает большое значение этого рубежа и в развитии растительного мира, особенно покрытосеменных.

Данные статистики¹⁵ показывают, что около 50% родов, существовавших в промежутке 86—65 млн. лет назад, вымерли на границе мела и палеогена. Ни один вид наземных позвоночных весом более 25 кг не пересек границу этих периодов. Сократилось также среднее количество видов на один род. И в фитопланктоне фиксируется массовое вымирание в конце мелового периода.

Вряд ли возможно появление указанных крупных рубежей в развитии жизни объяснять исключительно эволюционными факторами. Очевидно, должны были быть какие-то дополнительные внешние воздействия, о природе которых сказать что-либо определенное пока нельзя. Это не могли быть изменения солености Мирового океана

¹³ Schindewolf O. Op. cit.

¹⁴ Красилов В. А. Эволюция и биостратиграфия. М., 1977. 256 с.

¹⁵ Красилов В. А. Вымирание на рубеже мела и палеогена, земные и внеземные причины.— «Палеонтол. журн.», 1977, № 4, с. 135—136.

или состава атмосферы, которые должны были бы протекать очень медленно, охватывая по крайней мере десятки миллионов лет. Не отмечаются на этих рубежах и резкие климатические колебания, крупные тектонические фазы, которые могли бы привести к существенным изменениям в распределении суши и моря.

Не исключено, что значительные перестройки в составе органического мира связаны с отдельными наиболее сильными изменениями магнитного поля Земли.

Быть может, правы те ученые, которые пытаются искать в Космосе причины крупной этапности в развитии земной жизни.

Уже говорилось, что Земля является частью Солнечной системы, которая в свою очередь входит в состав Галактики и обращается вокруг центра Галактики (с периодом около 200—300 млн. лет). Несомненно, должны были оказывать воздействие на нашу планету вспышки сверхновых звезд в области, сравнительно близкой к Солнечной системе (порядка 10—25 парсеков). Такие вспышки, по яркости превосходящие Солнце в десятки миллиардов раз, действительно, могли вызывать под воздействием потоков космических лучей рост мутаций, вымирание одних и становление других организмов. Появившиеся разнообразные мутации в процессе естественного отбора давали начало новым более прогрессивным группам и способствовали вытеснению ранее существовавших групп организмов.

К выводу о необходимости учета воздействия сверхновых звезд на развитие жизни на Земле пришел и О. Шиндевольф. В последнее время признается, что количество сверхновых звезд, вспыхивающих в нашей Галактике в единицу времени, на порядок выше, чем это предполагалось 10—15 лет назад. Соответственно выше и вероятность их воздействия на Землю. Следует, однако, заметить, что их вспышки носят случайный по отношению к Солнечной системе характер, между тем крупные скачки в развитии жизни повторялись неоднократно и до палеозоя, и в палеозое, и на границах палеозоя и мезозоя, мезозоя и кайнозоя. Не исключено, что критические эпохи в эволюции земных организмов как-то связаны с отдельными отрезками «галактического года», когда Солнечная система могла подвергаться усиленному воздействию космических лучей, магнитного и гравитационного полей Галактики, проходить через пылевые облака.

На протяжении кайнозойской эры рубежи между геологическими периодами не были очень резкими. На границе палеогена и неогена (25 млн. лет назад) вымирают наиболее примитивные группы млекопитающих (креодонты, амблиподы, частью титанотерии) и происходит становление современных семейств этого класса, в том числе приматов, которые в плиоцене, а возможно, даже еще в миоцене, дали начало гоминидам. Морские фауны неогена сравнительно мало отличались от палеогеновых. Вымерли, в частности, пуммулиты. Большое развитие получили солоноватоводные комплексы. Более резкими стали различия в разных палеобиогеографических поясах, палеогеографических областях и провинциях.

Для всего кайнозоя характерно развитие в Мировом океане планктонных фораминифер, не связанных с палеобиогеографическим районированием и потому открывших пути для разработки планетарной зональной шкалы (начиная с позднего мела). Зоны по планктонным фораминиферам в среднем охватывали по 2 млн. лет.

Органический мир палеогена развивался при климатических условиях, лучших чем в неогене. Наиболее теплым был климат в эоцене. Особенно поражает распространение всюду вокруг полюса в высоких широтах широколиственных и вечнозеленых древесных пород (почти до 80-й параллели — первые и выше 70-й параллели — вторые). Казалось бы, полярную ночь эти растения перенести не могут. С. Ф. Бискэ¹⁶ высказал предположение, что наклон земной оси к плоскости эклиптики в палеогене мог быть меньше, чем сейчас и, соответственно, Северный полярный круг, т. е. граница полярной ночи, мог располагаться ближе к полюсу.

В неогене климат стал более прохладным с максимумом в среднем миоцене и минимумом в позднем плиоцене, когда образовались уже плавающие льды в Северном Ледовитом океане и ледниковая шапка в Антарктике.

Четвертичный период мы должны понимать в свете решений ряда международных и всесоюзных совещаний в объеме 1 млн. 800 тыс. лет, т. е. начинать его с периода Гилза по палеомагнитной шкале. К этому рубежу приурочены изменения в наземных фаунах, в составе океани-

¹⁶ Бискэ С. Ф. Палеоген и неоген Крайнего Северо-Востока СССР. — «Труды Ин-та геол. и геоф. Сиб. АН СССР», Новосибирск, 1975, вып. 241. 268 с.

ческого планктона. В целом четвертичный период прошел под знаком сильного ухудшения климата, что привело к ряду материковых оледенений и вымиранию многих представителей органического мира. Четвертичный период никак нельзя считать началом нового этапа в развитии биосферы. Чрезвычайно резкий рубеж, ознаменовавшийся изменениями в составе атмо-, гидро- и биосферы, в результате деятельности человека происходит на наших глазах. По своим масштабам этот рубеж не уступает крупнейшим переломам в развитии органического мира в прошлом.

На протяжении четвертичного периода происходило развитие человека. В период развития неандертальцев люди путем охоты уже начали активно воздействовать на окружающую среду. В позднем палеолите охотничья деятельность человека привела к истреблению многих, в первую очередь самых крупных, животных как в Старом, так и Новом Свете.

М. И. Будыко¹⁷, а также некоторыми зарубежными учеными проведен математический анализ, основанный на вероятной численности поголовья животных, их воспроизводстве и возможной плотности населения палеолитических охотников-кочевников. Этот анализ показал, что в течение 2—3 десятков тысячелетий должны были быть уничтожены многие крупные млекопитающие, причем существенным фактором явилась преимущественная охота на юных особей. В Америке, куда человек проник позже (около 25—30 тыс. лет назад), этот процесс проходил значительно быстрее (в течение нескольких тысячелетий).

Палеолитические охотники, конечно, не задумывались над проблемой охраны окружающей среды. Однако в наши дни человечество в полной мере оценило опасности, кроющиеся в разрушении природных комплексов и в первую очередь окружающего нас органического мира. Сейчас и в нашей стране, и в международном масштабе принимаются меры к охране природы. Этой проблеме было уделено большое внимание на XXV съезде КПСС¹⁸.

Наряду с рассмотренными крупными этапами в развитии жизни на Земле фиксируются и значительно более мелкие изменения морских фаун, положенные в основу

¹⁷ Будыко М. И. Глобальная экология. М., 1977. 328 с.

¹⁸ См.: Материалы XXV съезда КПСС, М., 1976, с. 53 и др.

разработки зональной шкалы. В мезозое определяющей оказалась одна из групп головоногих моллюсков — аммониты, отличавшаяся на протяжении всего мезозоя наиболее быстрыми темпами видо- и родообразования. Комплексы аммонитов даже в соседних зонах различаются зачастую не только по видовому, но и по родовому составу. Более того, даже отдельные подзоны характеризуются свойственными только им родами аммонитов. При этом комплексы аммонитов оказываются разными в разных палеобиогеографических поясах, областях и даже провинциях. Поэтому и зоны, выделенные по аммонитам¹⁹, не следует рассматривать как планетарные.

В триасовом периоде, продолжительность которого, по данным Г. Д. Афанасьева и С. И. Зыкова²⁰, — 50 млн. лет, насчитывается 33 аммонитовые зоны (в наиболее дробной зональной шкале, составленной для Северной Америки Н. Зильберлингом и Э. Тозером)²¹. Средняя продолжительность зоны оказывается около 1,5 млн. лет.

В юрском периоде, продолжавшемся 53 млн. лет, в западноевропейской зональной шкале выделяются 64 зоны, в сибирской зональной шкале — 55. К этому надо еще добавить, что в Европе зоны большей частью подразделяются на подзоны и, таким образом, число выделяемых в юре по аммонитам стратиграфических уровней достигает 112. Время формирования в среднем одной зоны в юре — около 850 тыс. лет, а одной подзоны — даже менее 500 тыс. лет.

Меловой период включает меньшее количество зон. В европейской шкале раннемеловой эпохи (32 млн. лет) известно 30 аммонитовых зон, позднемеловой эпохи (34 млн. лет) — 18. Средняя продолжительность времени формирования зоны оказывается равной в позднем мелу уже 2 млн. лет.

Этапность на уровне зон тоже очень трудно свести к чисто эволюционному развитию аммонитов и замещению одного комплекса другим, более прогрессивным. Нельзя

¹⁹ Сакс В. Н. Проблемы этапности в развитии жизни и зональная стратиграфия мезозоя. — «Геология и геофизика», 1976, № 11, с. 3—15.

²⁰ Афанасьев Г. Д., Зыков С. И. Геохронологическая шкала фаанерозоя в свете новых значений постоянных распада. М., 1975. 100 с.

²¹ Silberling N. J., Tozer E. T. Biostratigraphic Classification of the Marine Triassic in North America. — «Geol. Soc. of Amer.», 1968, Spec. papier 110. 63 p.

указать на какие-то прогрессивные признаки, которые отличали бы каждый последующий комплекс аммонитов от предыдущего. Поэтому необходимо искать дополнительные факторы, которые позволили бы объяснить быстрые изменения комплексов аммонитов. Эти факторы не могли быть специфическими именно для аммонитов, поскольку одновременно изменялись и другие группы фауны — белемниты, двустворки, фораминиферы, конодонты и др. При этом изменения отдельных групп двустворок — бухий и иноцерамид в юре и мелу, конодонтов в триасе, по крайней мере, на уровне видов, происходили в отрезки времени, не превосходящие продолжительность формирования зоны.

Неизвестны в мезозое резкие кратковременные климатические колебания, которые к тому же должны были в первую очередь отразиться на органическом мире суши и должны быть ослаблены в море. Исключением, возможно единственным, является потепление в раннем тоаре, повлекшее за собой расселение теплолюбивой растительности, свойственной Индо-Европейской палеофлористической области, вплоть до северных окраин Сибири²². Одновременно арктические моря заселялись богатой и разнообразной морской фауной, мигрировавшей из Западной Европы. Однако и это потепление не может объяснить трех- или четырехчленное зональное деление нижнего тоара, тем более разделение его на 6—7 уровней (если включить и подзоны).

В последнее время внимание исследователей обращено на вероятность проявления в геологическом прошлом очень кратковременных по продолжительности (возможно, всего десятки лет) понижений температур земной поверхности после крупных вулканических извержений, сопровождавшихся выбросами массы пепла в атмосферу. Мы знаем, что после извержений вулканов Кракатау в Индонезии в 1883 г., Катмай на Аляске в 1912 г., Агунг в Индонезии в 1963 г. средние годовые температуры поверхности планеты понижались на несколько десятых долей градуса²³. При наложении в прошлом ряда близко

²² Ильина В. И. Палинологическая характеристика юрских отложений Сибири. — В кн.: Микрофоссилии мезозоя Сибири и Дальнего Востока (к III Международной палинолог. конф. Новосибирск, 1971). М., 1971, с. 6—51.

²³ Будыко М. И. Указ. соч., с. 328.

следовавших друг за другом извержений спад средних годовых температур мог достигать нескольких градусов, что могло повлечь катастрофическое вымирание целых групп организмов. Такие спады, будучи очень кратковременными, в геологической летописи могли и не отразиться. Все же очень маловероятно, чтобы подобные факторы могли проявляться в планетарном масштабе, захватывая и тропическую зону.

Остается обратиться к изменениям магнитного поля Земли. К сожалению, инверсии магнитного поля в мезозое изучены еще далеко не достаточно. Однако уже те отрывочные данные, которые накоплены к настоящему времени, показывают, что магнитные инверсии в мезозое происходили не менее часто, чем в плиоцене и четвертичном периоде: другими словами, со средней продолжительностью разделяющих их эпох порядка миллиона лет, т. е. продолжительностью, сопоставимой с продолжительностью времени формирования зон в мезозое.

Конечно, если магнитные инверсии и влияли на смену комплексов аммонитов, то они должны были оказывать воздействие и на все другие группы организмов. Однако вполне можно допустить, что в более консервативных группах животных, и тем более растений, эти воздействия не проявились или почти не проявились. На аммонитах же, как и на некоторых других группах фауны с повышенной способностью к мутациям, влияние магнитных инверсий могло сказаться очень заметно.

Следует сразу же оговориться, что еще неизвестно, каким именно путем могли воздействовать инверсии магнитного поля на вымирание той или иной группы животных и на появление новых мутаций, которые давали начало новым видам и родам, сменявшим ранее существовавшие. Вполне вероятно непосредственное влияние на развитие организмов изменений напряженности геомагнитного поля. Возможно, основная роль принадлежит росту уровня ионизирующей радиации — за счет усиления потока космических лучей в периоды ослабления геомагнитного поля при его инверсии. Но возможно также, что на биосферу влияли не столько изменения геомагнитного поля во время инверсии, сколько факторы, вызывавшие самую инверсию и, скорее всего, заключавшиеся в периодических колебаниях деятельности Солнца.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕКТониКИ

Ю. А. КОСЫГИН, *акад. АН СССР*,
В. А. СОЛОВЬЕВ, *д-р геол.-мин. наук*

Прежде чем перейти к изложению проблем, затронутых в настоящей статье, рассмотрим термины, вынесенные в заголовок.

К *методологическим* мы относим проблемы, связанные с определением тектоники как науки. Это цели и задачи, объект и предмет, методы и средства тектоники. От решения перечисленных вопросов зависит развитие теоретических исследований. Особенно очевидным это становится тогда, когда теоретик, вольно или невольно, обращается к методологическим принципам.

К *теоретическим* мы относим проблемы, касающиеся разработки теории структур геологических тел, которыми интересуется тектоника. Решение этих проблем оказывает влияние на совершенствование структурных методов поисков и разведки полезных ископаемых.

Итак, методологические и теоретические исследования выступают как элементы единой цепи, которая заканчивается прикладными разработками и через них воздействует на практику. Поэтому формулу связи «наука — производство» можно представить как многокомпонентную систему, состоящую из последовательно связанных элементов: «методология — теория — прикладные исследования — опытные разработки — производство». Тогда становится очевидным, что нормальное функционирование цепи «наука — производство» зависит от состояния дел в каждом звене. Думается, что для геологии вообще и тектоники в частности наиболее слабым является звено «методология — теория», чем и обуславливается внимание к этим проблемам.

1. Методологические проблемы

1. По *целям и задачам* тектоника может быть подразделена на статическую (морфологическую), историческую (ретроспективную) и динамическую¹. Статическая

¹ Косыгин Ю. А., Соловьев В. А. Статические, динамические и ретроспективные системы в геологических исследованиях. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1969, № 6, с. 9—17.

тектоника преследует цели познания структуры статических систем, т. е. геологических тел в том виде, в котором они предстают перед исследователем в настоящий момент. Историческая тектоника реконструирует структуры систем прошлого, т. е. восстанавливает структуру тех геологических тел, которые когда-то существовали. Сравнивая структуры тел настоящего и прошлого, она решает задачи развития (эволюции) структур. Динамическая тектоника имеет дело с динамическими системами (современный вулканизм, землетрясения, деформации). Она настолько тесно связана с физикой и механикой (геофизикой, геодинамикой), что обособление ее в рамках тектоники можно рассматривать как просто дань традиции. По существу же целей, которые преследует динамическая тектоника, это не что иное, как раздел геофизики. Поэтому целесообразно разграничивать между собой статическую и историческую тектонику, а самостоятельное положение динамической тектоники очевидно. Методология статических и динамических систем разработана достаточно хорошо. Проблема теперь состоит в разработке методологии ретроспективных систем и их связи со статическими и динамическими. Попытка решения этой проблемы была предпринята нами в связи с обсуждением принципа историзма в тектонике ².

Поскольку это пока единственная в тектонике работа по методологии историко-генетических построений, ее следует рассматривать лишь как предмет для дальнейшего обсуждения. В частности, сохраняют значение вопросы: что такое историко-генетические модели? Для чего они нужны? Как они строятся? Как проверяется достоверность этих моделей?

2. Наибольшая неопределенность существует в подразделении тектоники по *объектам* исследования. Именно это обстоятельство выдвинуло проблему иерархии геологических тел как основы целенаправленных тектонических исследований. Поиски привели к тому, что иерархический ряд может быть представлен сейчас в следующем виде: минералы — породы — геоформации — геокомплексы — геосферы ³. Выдвинут тезис о том, что переход от низшего

² Косыгин Ю. А., Соловьев В. А. Принцип историзма и тектоника. — «Геология и геофизика», 1974, № 5, с. 49—56.

³ См.: *Формы геологических тел. Терминологический справочник*, М., 1977.

ранга объектов к высшему осуществляется не простым суммированием тел предыдущего ранга, а закономерным группированием их в *элементарные* ячейки, которые, повторяясь в пространстве, слагают тела следующего ранга. В минералах такой элементарной ячейкой выступает «парагенез химических элементов», в породах — «парагенез минералов», в геоформациях — «парагенез пород» и т. д.⁴

Из перечисленных в иерархическом ряду объектов минералы изучают минералогия и структурная кристаллография, породы — петрография и петрология. На долю тектоники выпала участь заниматься всеми остальными рангами тел — формациями, геоконплексами и геосферами, причем в нескольких аспектах — исследование состава и свойств, а также структур и форм. Следовательно, тектоника оказывается не только полиобъектной, но и полипредметной отраслью знаний. Поэтому методологическая проблема заключается в том, чтобы четко разграничить тектонику не только по объекту, но и по предмету исследования. Нами предлагается вычленить вещественный и структурный аспекты в самостоятельные дисциплины, изучающие состав и свойства геологических тел, а именно: геоформациологию, геоконплексологию и геосферологию. Структурным аспектом должна заняться тектоника со своими специальными дисциплинами — тектоникой формаций, тектоникой геоконплексов и тектоникой геосфер.

Итак, вторая методологическая проблема тектоники заключается в определении объекта и предмета тектоники как основы целенаправленных структурных исследований в рамках специализированных дисциплин.

3. По методам и средствам тектоника, как и все естественные науки, должна быть подразделена на теоретическую и экспериментальную. Но в тектонике большую роль играет не эксперимент в собственном смысле, а *наблюдение*. Наблюдение используется при всех региональных тектонических исследованиях. Поэтому в данном случае правильнее будет говорить не об экспериментальной, а о *региональной* тектонике. Приняв подразделение тектоники на теоретическую и региональную (экспериментальную), мы сразу же сталкиваемся с проблемой выделения методов и средств теоретической тектоники.

⁴ Там же, с. 176.

Нами выдвинут тезис о том, что основным методом теоретической тектоники выступает *систематика* (естественная классификация) структур и форм геологических тел, а основным средством представления модели (систематики) — картирование, т.е. графическое изображение структур и форм. Конкретизируя эту методологическую установку, можно сказать, что легенда тектонической карты — это описание модели, а сама карта — графическое представление данной модели. Мы допускаем, что предлагаемое решение проблемы методов и средств тектоники далеко от совершенства, но уверены в том, что решать эту проблему необходимо, исходя из подразделения тектоники по методам и средствам на теоретическую и региональную.

4. Любая наука имеет практическую ориентацию. Есть она и у тектоники, так как ее знания о структуре и форме тел используются для совершенствования структурных методов поисков и разведки полезных ископаемых. Выдвигается тезис не только осознать этот факт, но и выделить самостоятельную дисциплину — *прикладную тектонику*.

Итак, методологические проблемы сводятся к подразделению тектоники: 1) по целям и задачам — на статическую (морфологическую) и историческую (ретроспективную); 2) объекту и предмету — тектонику геотектонических структур, тектонику геотектонических комплексов и тектонику геосфер; 3) методам и средствам — теоретическую и региональную; 4) по практическому использованию — на прикладную тектонику. Среди этих проблем самой важной является проблема объекта тектоники, т. е. разработка иерархии геологических тел. Для ее решения уже заложен фундамент.⁵ Он может стать стимулом для дальнейших разработок в этой области.

II. Теоретические проблемы

Методологические проблемы обсуждаются с той целью, чтобы можно было достигнуть более четкого обособления структурного аспекта исследований геологических тел разного ранга. Как оказалось, только для минералов структурный аспект строго определен и выделен в самостоятельную дисциплину — структурную минералогическую.

⁵ Формы геологических тел, с. 175.

В отношении других тел этого не было сделано только потому, что не имелось основы в виде иерархии тел.

Многими ведущими тектонистами осознавался факт, что их наука призвана изучать структуру тел, но четких представлений о том, какие это тела, не имелось. Первая попытка среди тектонистов внести ясность в этот вопрос принадлежит, по всей вероятности, А. А. Богданову⁶, который в иерархическом ряду объектов выделил: мегакомплексы (фундаменты и чехлы платформ); складчатые комплексы (складчатые системы) и их аналоги в платформенных чехлах; структурные этажи (составные элементы складчатых комплексов и их платформенных аналогов); подэтажи и части. Сейчас знания об иерархии объектов тектоники продвинулись дальше⁷, но и в них еще не разграничены понятия об элементарных ячейках и телах, которые слагаются из этих ячеек. Отсюда смешение элементарных ячеек с самими телами. Яркий пример тому находим в петрографии, в которой термином «порода» обозначаются и элементарная ячейка, и породное тело. Поскольку выяснилось, что структурный аспект предполагает знание об элементарных ячейках, имеет смысл оценить состояние этих знаний для тел каждого уровня иерархии и определить те дисциплины, в рамках которых решаются или должны решаться структурные задачи. В качестве эталона изученности примем структуру минералов и сравним ее с изученностью структуры пород, геотформаций, геоконплексов и геосфер.

1. Начиная со структуры пород, сразу же отметим, что структурной петрографии как самостоятельной дисциплины официально не существует. Структурные задачи решаются в рамках петрографии, но, к сожалению, до сих пор не исследованы структурные ячейки пород, а следовательно, и не раскрыты закономерности строения породных тел.

Выдвигается проблема систематики структур пород на основе типизации элементарных ячеек. Кроме систематики структур в задачи структурной петрологии входит изучение форм породных тел; в этой области в настоящее

⁶ Богданов А. А. О термине «структурный этаж». — «Бюл. МОИП. Отд. геол.», 1963, т. 38, с. 3—16.

⁷ Вотах О. А. Структурные элементы Земли. Новосибирск, 1976, с. 190; Косыгин Ю. А., Соловьев В. А. Принцип историзма и тектоника; Косыгин Ю. А., Вотах О. А., Соловьев В. А., Черкасов Р. Ф. Иерархия геологических объектов и тектоника. — «Докл. АН СССР», 1972, т. 2076, с. 411—414.

время преобладают эмпирические данные о форме породных тел, а теоретических обобщений не имеется⁸. Поэтому сейчас выдвигается проблема создания теории форм пород. При этом как систематика структур пород, так и систематика их форм должны разрабатываться в рамках специальной дисциплины — структурной петрографии.

2. Геоформации по сравнению с породами изучены значительно хуже как в отношении систематики структур, так и форм. Перед тектоникой геоформаций еще стоит задача накопления достаточных эмпирических данных по указанной проблематике. Конечно, это не исключает и другого пути разработки чистой теории структур геоформаций. Яркий пример независимости развития теории структур от эмпирического материала продемонстрировал Е. С. Федоров при выводе своих 230 видов пространственных групп симметрии.

3. Изученность структуры геокомплексов можно себе представить, если обратиться к типизации элементарных ячеек этих объектов. В качестве таковых здесь выступают «ряды формаций», которые, повторяясь в разрезе, слагают тела геокомплексов. Если тела слагаются из повторяющихся геосинклинальных рядов (геосинклиналей), то они называются геосинклинальными, если из орогенных — орогенными; если из плитных — плитными⁹. Например, в пределах молодых платформ геосинклинальные комплексы образуются «спектром» геосинклиналей байкалид — каледонид — герценид. Аналогичные соотношения существуют между орогенными рядами в орогенных комплексах: орогенные ряды байкалид — орогенные ряды каледонид — орогенные ряды герценид. То же самое наблюдается у плитных рядов молодых платформ: плитные ряды байкалид — плитные ряды каледонид — плитные ряды герценид.

При таком представлении структуры геокомплексов вскрывается интересная закономерность в отношениях между рядами формаций (элементарными ячейками) по вертикали и латерали — их последовательность в этих направлениях повторяется: геосинклиналь — ороген — плита. Отмеченный характер взаимоотношений типичен

⁸ См.: **Формы** геологических тел.

⁹ Соловьев В. А. Тектоника континентов. Хабаровск, 1975, с. 370.

для всех слоистых структур. Не случайно в стратиграфии сформулирован закон Головкинского — Вальтера: друг на друге могут залегать только такие фации, которые располагаются рядом друг с другом. Геосинклинали, орогены и плиты также можно рассматривать как своеобразные «фации», но относящиеся не к породному уровню иерархии, а к уровню геоконплексов, в которых отношения между рядами формаций подчиняются закону Головкинского — Вальтера¹⁰.

Итак, тип структуры геоконплексов может быть охарактеризован как слоистый. Обнаружение типа структуры предполагает дальнейшую конкретизацию исследованных элементарных ячеек. Например, до сих пор стоит проблема классификации геосинклиналей, орогенов и плит. Известные подразделения геосинклиналей на эв- и миогеосинклинали, а орогенов — па краевые прогибы, вулканогенные пояса, рифы и межгорные впадины требуют еще уточнений. В отношении же плит классификация вовсе не разработана. Многие предстоит сделать и для построения теории форм геоконплексов, в этом направлении, по существу, сделаны только первые шаги¹¹.

4. В качестве элементарных ячеек на уровне геосфер выступают платформенные системы, которые по положению в геосфере подразделяются на протоплатформы, древние, молодые, альпийские и океанические¹². Элементарная ячейка представляет собой триаду из последовательно связанных между собой геосинклинальных, орогенных и плитных геоконплексов. Взаимоотношения между геоконплексами в геосфере многообразны, но определяющим выступает слоистый тип, т. е. элементы в нем связаны отношением порядка (выше, ниже) и эквивалентности (на одном стратиграфическом уровне). В наиболее простых случаях, когда в данном районе оказывается только одна платформенная система, слоистый тип ее структуры обнаруживается легко. Но чаще всего в одном и том же районе элементы одной платформенной системы переплетаются с элементами другой по типу «чешуйчато-слоистого» или черепично-слоистого строения. В таких случаях задача выделения элементарных ячеек, естественно, усложняется.

¹⁰ Там же.

¹¹ Форма геологических тел.

¹² Там же.

ся, и тектонисты оказываются не в состоянии разграничить древнюю и молодую платформу на тектонической карте, так как на ней отражается сложный характер переплетения геоконплексов (вследствие чешуйчато-черепичного стилиа тектоники).

Итак, в качестве элементарных ячеек верхней геосферы Земли выступают платформенные системы. В пределах геоконплексов они изучены относительно хорошо. Задача состоит теперь в том, чтобы проверить, такой ли тип строения имеет геосфера под океанами. Пока на этот счет существует две взаимоисключающие гипотезы — концепция первичной океанической коры, исходящая из принципиального различия структуры континентов и океанов,¹³ и концепция однотипности структур континентов и океанов на уровне геоконплексов¹⁴. Будущие картировочные, буровые и геофизические исследования в океане должны разрешить спор между сторонниками альтернативных гипотез. Если при этом исходить от известного к неизвестному, то сначала необходимо выяснить законы строения геосферы на континентах. Основные закономерности строения геосферы континентов известны — они заключаются в повторении в разрезе и обособлении в пространстве платформенных систем (элементарных ячеек). Экстраполируя эти закономерности на геосферу под океанами, можно предсказать, что тип структуры здесь тот же, что и на континентах¹⁴. Этим гипотеза однотипности структур континентов и океанов выгодно отличается от гипотезы первичной океанической коры, которая априори полагает, что океан устроен иначе, чем континент, и пытается с позиций геофизической модели строения океанов интерпретировать структуру континентов. Конкретно данная попытка выражается в том, что в разрезе конплексов предлагается выделять меланократовый фундамент и конплекс океанической стадии. Итак, перед современной тектоникой поставлена проблема создания теории структуры геосферы под океанами.

В заключение отметим, что рассмотренные в настоящей статье методологические и теоретические проблемы тектоники указывают на необходимость целенаправленно

¹³ Пронин А. А. Альдийский цикл тектонической истории Земли. Л., 1973; Он же. Геологические проблемы современных и древних океанов. Л., 1977; Соловьев В. А. Указ. соч.

¹⁴ Формы геологических тел,

организовать теоретические исследования. Очевидной становится потребность в организации специальных лабораторий по теории структур геотформации и теории структур геоконплексов. И дело здесь не только в слабой изученности структур геотформации и геоконплексов, по и в огромном значении этих знаний для геологопоисковых работ. Геотформации и геоконплексы являются вмещающими для многих полезных ископаемых, и от того, насколько раскрыты закономерности их строения, зависит результативность поисков полезных ископаемых.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ ТЕЛА И ПРОБЛЕМА ОБЪЕКТА В ГЕОЛОГИИ

В. Ю. ЗАБРОДИН, *канд. геол.-мин. наук*,
В. А. КУЛЫНДЫШЕВ, *канд. геол.-мин. наук*,
В. А. СОЛОВЬЕВ, *д-р геол.-мин. наук*

Одной из важнейших задач методологии любой естественной науки является определение объекта и предмета данной науки¹. Это необходимо не только для четкого разграничения наук, но и для формулирования их целей и задач. Некоторые науки близки к разрешению этого вопроса², другие же находятся в состоянии дискуссии³. К последним относится и геология, т. е. комплекс наук, изучающих состав, структуру, форму, происхождение и развитие макротел, образующих планету Земля. Но если в космологии споры преимущественно ведутся вокруг *предмета* исследования⁴ (т. е. того, какие стороны объекта должна изучать данная наука), то в геологии — вокруг *объекта* исследования (т. е. того, какие материальные тела должна изучать данная наука).

К обсуждению проблемы объекта в геологии необходимо подойти с позиций методологии диалектического материализма.

¹ Проблема объекта и предмета науки очень последовательно изложена в кн.: Сагатовский А. И. Основы систематизации всеобщих категорий. Томск, 1973.

² См.: Кузнецов И. В. Избранные труды по методологии физики (на подступах к теории физического познания). М., 1975.

³ См., например: Бесконечность и Вселенная. М., 1969.

⁴ Бесконечность и Вселенная; см. также: Турсунов Акбар. Основания космологии. Опыт гносеологической реконструкции. — «Вопр. философии», 1976, № 4.

Начнем с того, что есть отрасли геологии с четко определенным объектом: например, минералогия и кристаллография изучают *минералы*. При этом минералогия исследует свойства и вещественный состав минералов, а кристаллография — их формы и структуры. Таким образом, предмет этих наук четко разграничен. В отношении *пород* такой четкости уже не наблюдается: они изучаются и петрографией, и литологией, и стратиграфией, и геофизикой. При этом дисциплины не разграничены по предмету и занимаются изучением как вещественного состава, так и структуры пород. Кроме того, они пересекаются по своему предмету с тектоникой и структурной геологией. Формы пород фактически остались вне предмета геологических дисциплин. Даже в тектонике — науке об архитектуре геологических объектов⁵ — не ясно: должна ли она изучать наряду со структурами и формы? Проблема объекта стоит и перед исторической геологией. Имея ясно осознанный предмет — изучение развития геологических объектов во времени, она не выработала четкого представления о том, что должно быть объектом ее анализа — Земля, земная кора или отдельные геологические тела, слагающие земную кору?

Любопытное положение с объектом и предметом сложилось в самой важной в практическом отношении области геологии — учении о полезных ископаемых. Здесь отсутствуют четкие определения важнейших терминов «полезное ископаемое» и «месторождение». Вызывает сомнение возможность представления таких определений в рамках геологии. Например, понятие «месторождение» является, очевидно, экономическим и определяется потребностями народного хозяйства и возможностями технологии. Очевидно, учение о полезных ископаемых не относится к фундаментальным научным дисциплинам, а является прикладной отраслью знания. То, что это так, подчеркивается полной неопределенностью (или, лучше сказать, всеохватностью) предмета этой дисциплины: она изучает и вещественный состав, и формы, и структуры, и происхождение, и историю развития, и закономерности пространственного расположения месторождений. Высказываемое часто мнение о *цели геологии как о поиске полезных иско-*

⁵ Косыгин Ю. А., Салин Ю. С., Соловьев В. А. Определение тектоники. — «Геотектоника», 1973, № 4.

*наемых*⁶ поэтому не совсем соответствует действительности: открытие месторождений является только одной из практических *задач*, решаемых геологией.

Итак, для уточнения целей геологии необходимо прежде всего определить ее объект и предмет. На языке марксистской философии это означает необходимость учета не только прагматического аспекта науки, но и онтологического, и гносеологического. Актуальность этой проблемы для философии естествознания очевидна: геология изучает макромир, располагающийся между микромиром физики и мегамиром астрономии. А именно в макромире живет человек!

1. Онтологический и прагматический подходы к определению объекта в геологии

Геология — сравнительно молодая наука. Некоторые ее отрасли оформились как самостоятельные дисциплины лишь недавно (тектоника, геофизика, геохимия и др.). Поэтому при определении объекта геологии целесообразно использовать опыт более зрелой науки — физики. И. В. Кузнецов⁷ полагает, что в итоге двух столетий осознания физической своих объекта и предмета можно сделать вывод: «... Предмет физики — это „элементарные“ частицы вещества, различные поля, атомные ядра и атомы и законы их движения, а также те свойства остальных тел природы, *которые непосредственно связаны с движением указанных частиц вещества и полей и исчерпываются ими*» (выделено нами. — В. З., В. К., В. С.). Несомненно, речь в цитированном отрывке идет не о предмете, а об объекте физики. Предметом же ее являются не все свойства перечисленных объектов: некоторые из них оказываются предметом химии (например, валентность), геохимии и других наук. И. В. Кузнецов отмечает, что в процессе исторического развития физики предмет ее сужался (ясно, что объект оставался тем же самым) и от нее отпочковывались самостоятельные науки (геология, металлведение, геофизика и др.) именно за счет выделения новых сторон объектов, т. е. нового предмета.

Какой же обобщий вывод напрашивается при рассмотрении объектов физики? *Физика оперирует объектами, дан-*

⁶ См.: Геология и математика. Новосибирск, 1967.

⁷ Кузнецов И. В. Указ. соч., с. 129.

ными нам природой, причем эти объекты находятся в некотором иерархическом соподчинении.

Традиционная геология стояла на такой же позиции в отношении своих объектов. Однако в процессе формализации геологических понятий и упорядочения терминологии выяснилось, что очень трудно сформулировать логически безупречные и вместе с тем достаточно содержательные понятия *естественных геологических тел*⁸ главным образом из-за того, что разными исследователями как количество этих тел, так и их соподчиненность понимались по-разному. Поэтому в противовес такой точке зрения, которую называли «естественным подходом», был выдвинут «целевой подход»⁹. В соответствии с последним, в природе не существуют естественных геологических тел. Тела выбирает сам исследователь, причем их объем и содержание определяются только целями и задачами исследования. Границы этих тел, определяемые фиксированным списком свойств, поддаются формальному описанию, что невозможно для границ «естественных» тел. Очевидно, «естественный» подход к выделению объекта имеет онтологический статус, а «целевой» — прагматический.

Сразу оговоримся, что «целевой» подход пашел мало последователей, хотя возник он и не по прихоти «формализаторов». Появление его связано с действительными трудностями, с которыми столкнулись геологи при формализации основных понятий своей науки. Не существовало, например, четких определений даже для наиболее изученных геологических тел — минералов и пород (хотя в большинстве случаев геологи однозначно выделяют конкретные минералы и породы и каким-то образом отличают их от других объектов!). Об объектах же ранга выше породы разные исследователи и школы имеют самые туманные представления: это касается и количества объектов, располагающихся в иерархическом ряду между породой и планетой, и самих объектов, таких как формации, геологические (тектонические) комплексы, геосферы и др. Дума-

⁸ О естественных телах много писал В. И. Вернадский. См., например: Вернадский В. И. О значении радиогеологии для современной геологии. — Труды XVII сес. МГК, т. I. М., 1939, с. 215—240. Он же. Размышления натуралиста. Пространство и время в неживой и живой природе. М., 1975.

⁹ См.: Воронин Ю. А., Еганова И. А., Еганов Э. А. Анализ концепции уровней организации вещества в теоретической геологии. Новосибирск, препринт ВЦ СО АН СССР, 1975; и др.

ется, что «целевой» подход вызван к жизни особенностями структуры геологии как науки: многие ее отрасли имеют чисто прикладное значение и призваны обслуживать нужды практики (учение о полезных ископаемых, инженерная геология и др.). Итак, следует, очевидно, признать, что «целевой» подход оправдан в тех разделах геологии, которые имеют ориентировку на практику.

«Естественный» подход направлен на изучение природных тел, т. е. тел, границы которых определяются самой природой. Он связан с развитием фундаментальных исследований, а от них, как известно, зависят и прикладные разработки. Действительно, оперируя объектами, выделенными субъективно, невозможно установить какие бы то ни было законы природы, за исключением ограниченного круга эмпирических закономерностей. Таким образом, при «целевом» подходе невозможно достигнуть цели науки — открытия фундаментальных законов природы.

Итак, в рамках своих сфер влияния правомерны оба подхода. Не следует, конечно, отрицать «естественный» подход, как это иногда делается¹⁰, только потому, что не удалось сразу решить проблему естественных тел и их иерархии¹¹. Тем более эти трудности не должны давать повод сторонникам «целевого» подхода утверждать, что геология не только не имеет четко выраженного («естественного») объекта, но и принципиально не может его иметь, а объект создается только в целях конкретного исследования. Вместе с тем, острота полемики иногда определяется резко отрицательным отношением ряда сторонников «естественного» подхода к возможности формализации геологических наук¹². Все это не способствовало выработке конструктивного подхода к проблеме объекта.

¹⁰ Воронин Ю. А., Еганова И. А., Еганов Э. А. Указ. соч.

¹¹ См.: Косыгин Ю. А. и др. Иерархия геологических объектов и тектоника. — «Докл. АН СССР», 1972, т. 207, № 2; Драгунов В. И. Тектонический объект в иерархическом и систематическом отношениях. — В кн.: Металлогения и новая глобальная тектоника. Л., 1973; Драгунов В. И. и др. Основы анализа осадочных формаций. М., 1974; Кутырев Э. И. Планетарная металлогения в свете палеореконструкций. — В кн.: Металлогения и новая глобальная тектоника. Л., 1973; Круть И. В. Исследование оснований теоретической геологии. М., 1973.

¹² См.: Бухникашвили А. В. К вопросу о «математизации» в геологии. — «Изв. АН СССР, сер. геол.», 1972, № 1.

В качестве примера рассмотрим кратко положение в стратиграфии. Если остаться на позициях «естественного» подхода и считать стратиграфию фундаментальной наукой, то ее следует свести к литостратиграфии, ибо естественными геологическими телами являются породы и формации, но никак не комплексы остатков животных и растительных организмов, на основании которых выделяются объекты классической стратиграфии (стратиграфические подразделения). Если же стать на точку зрения целевого подхода¹³ и признать полное равноправие за любыми признаками при выделении объекта стратиграфии, то последняя автоматически превратится в прикладную науку, призванную обслуживать геологическое картирование.

Вопросы обоснования науки, в том числе проблема объекта и предмета, относятся к сфере методологии. Не решив этих вопросов, невозможно переходить к исследованию оснований науки, т. е. к проблемам метанауки. Между тем имеются попытки заниматься метагеологическими исследованиями, не решив основных методологических вопросов и не дождавшись построения хотя бы контуров теоретического геологического знания. Такие попытки неизбежно оказываются неудачными. Нет ясности, что же должно выступать метанаукой для геологии? И. В. Круть¹⁴ неявно предполагает, что это — философия естествознания. С ним, видимо, не согласен И. П. Шаранов¹⁵. На наш взгляд, постановка таких проблем в настоящее время — типичное забегание вперед. Ведь даже в науках, гораздо более бедных по содержанию и продвинувшихся гораздо дальше геологии по пути теоретического знания и формализации, проблемы метанауки далеки от решения¹⁶.

¹³ См.: Салин Ю. С. Теоретическое обоснование методов изучения слоистых структур. — В кн.: Тектоника и геофизика. Хабаровск, 1974. Он же. Анализ методов стратиграфической синхронизации. — «Геология и геофизика», 1974, № 4.

¹⁴ Круть И. В. Указ. соч.

¹⁵ Шаранов И. П. Методологические проблемы геологии (о метагеологии). — «Геология и геофизика». 1972, № 11; Он же. Строение геологического знания. — В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, 1975, с. 9—17.

¹⁶ См.: Асланикашвили А. Ф. Метакартография, Тбилиси, Мецниереба, 1974.

2. Иерархия естественных геологических тел

Введем некоторые основные понятия. Фундаментальным будем считать понятие «элементарная ячейка» (суть которого станет ясна из дальнейшего изложения).

Уровнем организации вещества назовем совокупность естественных систем, находящихся в иерархическом соподчинении и характеризующихся одинаковым типом пространственного расположения (упаковкой) «элементарных ячеек» (см. рисунок).

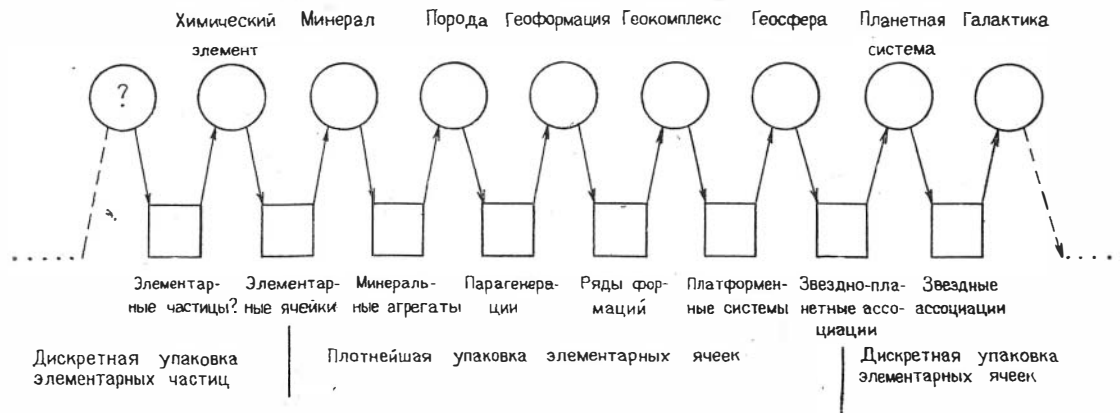
Рангом естественной иерархии природных систем назовем совокупность конечного (хотя иногда и очень большого) числа «элементарных ячеек» одного порядка, образующую целостную систему. Ячейки одного порядка состоят из элементов одного и того же ранга иерархии. При этом элементарные ячейки могут быть одинаковыми — как во многих минералах, или разными — как в тектонических комплексах. Важно лишь, чтобы они были *однорядковыми* (т. е. образовывались объектами одного ранга иерархии). Таким образом, переход от ранга к рангу осуществляется не простым суммированием систем более низкого ранга, а образованием из них элементарных ячеек и затем уже — объекта более высокого ранга. В обобщенном методологическом аспекте ранги иерархии представляют собой *объекты*. В природном выражении это *тела* (в том числе и геологические).

Многочисленные попытки построения иерархий геологических объектов, предпринятые в последнее время, осуществлялись только индуктивным путем, на основании анализа огромного экспериментального (наблюдательного) материала геологии за последние два столетия. Никому из исследователей пока не удалось предложить законченную непротиворечивую иерархию, с которой были бы согласны остальные геологи. Это свидетельствует о том, что возможности индуктивного пути исчерпаны и необходимы новые руководящие идеи. В большинстве из предложенных иерархий объекты либо конструировались из объектов предыдущего ранга на всех уровнях непосредственно, либо для некоторых рангов допускалось существование промежуточных образований. Действительно, из хорошо развитых минералогии и кристаллографии было уже известно, что минерал образуется не непосредственно из атомов (химических элементов), а из элемен-

Атомный уровень
организации

Геологический уровень организации

Галактический уровень
организации



Объекты (тела)



Элементарные ячейки(квазитела)

тарных ячеек, повторение огромного количества которых в пространстве и создает минерал (кристалл) как физическое (геологическое) тело. Аналогичная идея в отношении пород была высказана Ю. А. Косыгиным¹⁷, а в отношении формаций — Ю. А. Косыгиным, В. И. Громиным¹⁸ и др. Действительно, в петрографии давно сложилась тенденция различать *структуру* пород (определяемую особенностями расположения минеральных индивидов) и *текстуру* (определяемую расположением минеральных агрегатов). Ясно, что последняя неявно предполагает существование элементарных ячеек породы! Для формаций В. И. Громин *постулировал* существование элементарных ячеек, сделав, таким образом, первую попытку перейти на дедуктивный путь исследования. Еще дальше по этому пути продвинулся Э. И. Кутырев¹⁹, однако он вступил в противоречие с эмпирическим материалом, неверно выбрав ранги иерархии и не указав принципов организации геологических тел (термины «квант» или «импульс» применительно к геологическим процессам — не более, чем слова, так как не раскрыто их содержание).

Следовательно, идея построения иерархической лестницы геологических объектов на основе понятия «элементарная ячейка» созрела. Не вызывает сомнения существование таких объектов, как минералы, породы, геологические формации, геосферы и планета Земля. Между формациями и геосферами выделяются либо ряды и комплексы формаций, либо структурные этажи разных рангов. Реже выбирают в качестве объектов парагенезы минералов (минеральные агрегаты), субформации, надформации, группы формаций, «слои геосфер» и др.²⁰ Почти всегда неудовлетворенность у исследователей вызывало отсутствие промежуточных членов между породами и формациями, что пытались компенсировать введением понятий «парагене-

¹⁷ Косыгин Ю. А. Тектоника. М., 1969.

¹⁸ Громин В. И. О структурах геологических формаций. — В кн.: Вопросы общей и теоретической тектоники. Хабаровск, 1974.

¹⁹ Кутырев Э. И. Указ. соч.

²⁰ См.: Драгунов В. И. и др. Указ. соч.; Герасимов Ю. Г. Структурные уровни вещества Земли и их отражение в классификации геологических наук. — В кн.: Методологические проблемы геологии». Киев, 1975; Вассоевич Н. Б. История представлений о геологических формациях (геогенерациях). — В кн.: Осадочные и вулканогенные формации, Л., 1966.

рация» или «субформация»²¹. С нашей точки зрения, еще большую неудовлетворенность вызывает прямой переход от формационных (тектонических, геологических) комплексов к геосферам, который никому не удалось явно продемонстрировать. Не ясно, помимо прочего, куда относить такие крупные геологические образования, как платформы, — они выходят за рамки геологических комплексов и вместе с тем оказываются ниже по рангу, чем геосферы. Можно отметить также наличие неясностей в вопросах форм геологических тел: формы минералов изучены в совершенстве, формы пород не систематизированы²², и о формах формаций можно лишь говорить, что они существуют. Но что можно сказать о формах платформ? Или рядов формаций? Глубокие разногласия, возникающие при составлении и анализе достаточно мелкомасштабных тектонических карт, показывают, что вопрос о формах платформ вообще не может иметь решения²³. Если же природное образование не обладает формой, оно, очевидно, не может быть *телом*, т. е. выступать в качестве объекта определенного ранга иерархии. Значит, существование платформ как самостоятельных объектов оказывается под сомнением, и между тектоническими комплексами и геосферами опять возникает промежуток, который печем заполнить.

Противоречие разрешимо, если распространить идею *элементарной ячейки* на все ранги иерархии и показать в явном виде, что представляют собой элементарные ячейки каждого геологического объекта. Впервые иерархия на такой основе была, очевидно, предложена Э. И. Кутыревым²⁴, но он не показал, что же представляют собой элементарные ячейки (которые он называл «элементарными парегенезами») каждого ранга. Именно это мы попытаемся сейчас сделать.

Минералы образуются элементарными ячейками в первоначальном понимании этого термина (совокупность ато-

²¹ Драгунов В. И. и др. Указ. соч.; Шатский Н. С. Избр. труды, т. II, III. М., 1964; Херасков Н. П. Тектоника и формации. М., 1967.

²² *Формы геологических тел. Терминологический справочник.* Под ред. Ю. А. Косыгина, В. А. Кулындышева, В. А. Соловьева. Хабаровск, 1974.

²³ См.: Соловьев В. А. Тектоника континентов, Хабаровск, 1975.

²⁴ См.: Кутырев Э. И. Указ. соч.

мов, несущих информацию об элементарной структуре минерала и основных особенностях его вещественного состава). И о самих минералах, и об их элементарных ячейках известно очень много: известно, что ячеек всего 14 типов (решетки Бравэ), что минералы обладают 48 видами простых форм и 230 видами симметрии. Известно, что одна ячейка — это не минерал, хотя многие свойства минерала можно установить и по одной ячейке (однако минерал, как всякая система, качественно не сводится к сумме качеств элементарных ячеек, являющихся его подсистемами). Ячейки минералов располагаются в пространстве так, что между ними нет промежутков (плотнейшая пространственная упаковка). Неизвестно лишь, *сколько* именно необходимо элементарных ячеек, чтобы образовать минеральный индивид минимального размера. Очевидно, что число это конечно, хотя и очень велико. Известно 1,5—2 тыс. разных минералов.

Всегда предполагалось, что горные породы образуются простым суммированием большого количества минеральных индивидов. Однако существует и нетрадиционная точка зрения²⁵. Положим, что гранит состоит из минералов кварца, плагиоклаза, микроклина и биотита. Если мы возьмем минимальное количество зерен каждого из них, отвечающее химическому составу гранита, получим ли мы гранит как породу? Очевидно, нет, хотя многие свойства гранита это минимальное количество нам определяют; но, например, такой признак, как текстуру, мы не узнаем. Будем рассматривать это минимальное количество зерен минералов в качестве элементарной ячейки породы, оставив за ней известный термин «минеральный агрегат». Только сложив вместе большое (точно неизвестное) количество таких элементарных ячеек, мы сможем получить полное представление о породе, как геологическом теле. Различных пород известно несколько сотен.

В качестве элементарных ячеек следующего ранга иерархии — геологических формаций — следует рассматривать парагенерации, т. е. устойчивые совокупности пород, которые и определяют самую формацию. Парагенерации, очевидно, должны слагаться только теми породами, которые основоположник современного учения о формациях акад. Н. С. Шатский²⁶ называл «главными членами»

²⁵ См.: Косыгин Ю. А. Основы тектоники. М., 1974.

²⁶ См.: Шатский Н. С. Указ. соч., т. III.

формаций. В настоящее время ясно, что для образования формации требуется небольшое (точно неизвестное) число парагенераций. Ни структура самих парагенераций, ни структура и формы формаций еще не изучены. Довольно хорошо известен лишь их вещественный состав. Количество формаций не известно, но вряд ли их больше нескольких десятков.

Следующим объектом иерархической лестницы в геологии выступают геологические (тектонические, формационные) комплексы, элементарными ячейками которых являются ряды формаций (эв- и миогеосинклинали, геоантиклинали, плиты, вулканогенные пояса, авлакогены и т. д.). Несмотря на значительное разнообразие элементарных ячеек (уступающее, впрочем, разнообразию элементарных ячеек минералов, пород и формаций), тектонических комплексов известно всего три: геосинклинальный, орогенный и плитный. Каждый комплекс складывается из 2—4 элементарными ячейками (редко больше). Структура комплексов исследована недавно²⁷, формы же известны более или менее только для плитных комплексов²⁸.

Замыкают иерархическую лестницу геологических тел геосферы. Элементарными ячейками таких тел (во всяком случае самой верхней) служат платформенные системы. Известно три типа платформенных систем и предполагается существование еще двух²⁹. Структура платформ известна. Для геосфер установлена форма, но практически не известны вещественный состав и структура, так как при их изучении геология во многом вынуждена опираться на геофизические данные, которые не допускают однозначной интерпретации.

Планета Земля, по развиваемым нами представлениям, является не самостоятельным объектом, а элементарной ячейкой следующего ранга иерархии — звездно-планетных систем — и выходит за рамки геологического уровня организации вещества (т. е. не является геологическим телом).

Итак, установлено 5 рангов иерархии геологического уровня организации, которым соответствуют 5 типов гео-

²⁷ Соловьев В. А. Указ. соч.

²⁸ Кулындышев В. А. Опыт определения формы плит. — В кн.: Тектоника нефтегазоносных областей Сибири и Дальнего Востока, Тюмень, 1975.

²⁹ См.: Соловьев В. А. Указ. соч.

логических тел — минералы, породы, геосформации, геоконплексы, геосферы (см. рисунок). Во всех этих телах элементарные ячейки находятся в *плотнейшей пространственной упаковке*, т. е. занимают участок геологического пространства без промежутков. Поэтому можно сформулировать следующий *закон сохранения структуры*: естественные системы образуются не объектами предшествующего ранга иерархии, а совокупностями элементарных ячеек; при этом в пределах одного уровня организации тип упаковки элементарных ячеек не меняется.

Геологический уровень организации вещества характеризуется плотнейшей упаковкой элементарных ячеек, в отличие от более низкого атомного и более высокого галактического, где элементарные ячейки находятся в дискретной упаковке (причем расстояние между ячейками зачастую во много раз превышает размеры ячеек).

Как и всякая теория, предложенная иерархия и сформулированный закон, во-первых, являются абстракциями (и потому неполны), во-вторых, допускают новые проверяемые следствия. В качестве следствий выдвигается задача специального исследования мономинеральных пород и монопородных геосформаций с целью выделения их элементарных ячеек. Не получает объяснения в рамках изложенных представлений то, что звезды, как полагают, состоят из атомов и элементарных частиц, а нижние геосферы Земли — прямо из химических элементов (т. е. некоторые объекты как будто «перепрыгивают» через ранги иерархии и даже уровни организации?). Что кроется за этими предположениями: объективные факты или только наше незнание?

У нас нет возможности рассматривать в настоящей статье все специфические геологические следствия, вытекающие из развиваемых представлений. Однако отметим еще одно интересное обстоятельство. Мы можем сказать, что элементарные ячейки геологических тел обладают (элементарными) составом и структурой. Но обладают ли они также формой? Элементарные ячейки минералов изображаются в абстрагированном правильном геометрическом виде, поэтому для них понятие «форма» имеет определенный смысл. То же можно сказать о «формах» рядов формаций. Однако правомерность такого вопроса для минеральных агрегатов вызывает сомнение, а для платформ, как указывалось выше, такой вопрос однозначного смысла

не имеет. Это коренным образом отличает элементарные ячейки от геологических тел. Поэтому, когда возникает задача исследования отдельно взятых элементарных ячеек, их следует называть не телами (закрепим этот термин только за рангами иерархии), а «квазителами». В этом случае мы, не боясь двусмысленностей, можем говорить и о «квазиформах» элементарных ячеек.

Итак, при построении иерархии геологических тел мы не вводили новых объектов (что характерно для значительного числа предложенных ранее схем), а использовали уже описанные и охарактеризованные во многих работах по общей геологии и общей тектонике. Вместе с тем из иерархии нами исключены некоторые ранее предлагавшиеся объекты, статус которых интуитивно представлялся неопределенным. На наш взгляд, предлагаемая иерархия в целом отвечает эйнштейновскому критерию «внутреннего совершенства», однако она должна быть проверена на основе критерия «внешнего оправдания».

Предложенная иерархия природных объектов может быть распространена (с соблюдением закона сохранения структуры) в обе стороны от геологического уровня как на атомный, так и на галактический уровни. Элементарные ячейки минимальных геологических тел — минералов — состоят из химических элементов (атомов), которые являются объектами более низкого ранга иерархии. Элементарными ячейками атомов выступают элементарные частицы. Следует ожидать появления и каких-то объектов еще более низкого ранга. Ими могут быть кварки, из которых, как полагают, состоят элементарные частицы. Что простирается далее вглубь — нам пока не известно.

Галактический уровень, на наш взгляд, начинается со звездно-планетных систем, элементарными ячейками которых выступают планеты и звезды (в частности, Земля является одной из элементарных ячеек Солнечной системы). Звездно-планетные (или солнечные) системы группируются в элементарные ячейки — звездные ассоциации, из которых слагаются объекты более высокого ранга — галактики, и так далее, вплоть до «Вселенной как целого», по терминологии А. Л. Зельманова³⁰. Позволим себе

³⁰ Зельманов А. Л. К постановке космологической проблемы. — Труды II съезда ВАО. М., 1960; Он же. Многообразие материального мира и проблема бесконечности Вселенной. — В кн.: Бесконечность и Вселенная, М., 1969.

высказать осторожное предположение (лежащее за пределами нашей компетенции): невозможно устойчивое существование единичных планет и одиночных звезд без планетных систем.

Более того, мы можем предполагать, что отмеченная закономерность характерна не только для неживой природы, но и для биологического уровня организации материи, и для социального. Можно допустить, что устойчивость природного образования в первую очередь определяется тем, что оно состоит не из объектов какого-либо ранга иерархии, а из элементарных ячеек, закономерно связанных друг с другом, причем не последнюю роль при этом играет тип их «упаковки». Так, насколько известно в настоящее время, геологические тела устойчивы во всех отношениях. Этого нельзя сказать об объектах с дискретной упаковкой элементарных ячеек (во всяком случае, для объектов атомного уровня организации). Поэтому и для искусственных объектов, может быть, следует учитывать это обстоятельство: если мы стремимся создать систему с большой степенью устойчивости, ее следует конструировать из элементарных ячеек и располагать их в пространстве плотнейшим образом.

ТЕОРИЯ ОТРАЖЕНИЯ И ГЕОЛОГИЯ

А. Г. ЧУСОВИТИН, *канд. филос. наук*,

Э. А. ЕГАНОВ, *канд. геол.-мин. наук*

Философские категории, являясь отражением определенных сторон материальной действительности, развиваются, как и сама действительность, в количественном и качественном отношении. «...Если *все* развивается, — отмечал В. И. Ленин, — то относится ли сие к самым общим *понятиям* и *категориям* мышления? Если нет, значит мышление не связано с бытием. Если да, значит, есть диалектика понятий и диалектика познания, имеющая объективное значение»¹. В полной мере это замечание может быть отнесено и к категории «отражение».

Распространенная в литературе трактовка отражения как способности любого материального образования воспроизводить в своих специфических изменениях особенности

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е, т. 29, с. 229.

Воздействующих объектов была предложена М. Корнфортом². Она имеет несколько неопределенный характер, поскольку неясно, какой смысл вкладывается в понятие «особенности». Многие ученые конкретизируют данное определение, понимая под особенностями структуру, форму, содержание, и рассматривают соответственно отражение как воспроизведение структуры, формы, содержания одного объекта в другом. Назовем такое понимание отражения концепцией воспроизведения.

Логико-гносеологический анализ различных определений отражения показывает, что концепции воспроизведения присущ ряд серьезных недостатков, устранение которых заставляет пересмотреть содержание понятия отражения, ставшее уже традиционным. Обоснуем необходимость такого пересмотра и, опираясь на новейшие данные геологии, попытаемся дать новое определение содержания категории «отражение».

Главный недостаток концепции воспроизведения состоит в том, что она ограничивает сферу действия отражения как фундаментального свойства материи. С точки зрения этой концепции, отражение нельзя считать всеобщим свойством материи. Откуда следуют такие выводы? Понимая отражение как воспроизведение, например, структуры одного объекта в другом, нетрудно убедиться в том, что не все взаимодействия сопровождаются такого рода отражательными процессами. Воздействующий объект может вызвать в другом изменения отнюдь не структурного характера. Взаимодействие упругих шаров, с указанной точки зрения, нельзя рассматривать как процесс отражения, поскольку в этом случае происходят лишь изменения скорости движения шаров. К аналогичному выводу приходят и те исследователи, которые подразумевают под особенностями форму или содержание. Есть взаимодействие, но нет отражения — таков конечный результат подобного рода рассуждений. Он означает, что существуют такие формы движения материи, относительно которых не имеет смысла говорить об отражении. Одним словом — концепция воспроизведения не согласуется с признанием отражения всеобщим свойством материи.

Изменения в структуре взаимодействующих объектов — это только один вид изменений. Существуют и другие из-

² Корнфорт М. Диалектический материализм. М., 1956, с. 315,

менения объектов — формы, содержания, скорости, массы и т. д.; их многообразие свидетельствует о недостаточности понимания отражения только как воспроизведения структуры одного объекта в другом.

Естественно, возникает вопрос: почему одному свойству объекта отдается предпочтение перед другим? На чем базируется указанный выбор? Как правило, данные вопросы остаются открытыми. По нашему мнению, ни одно из указанных свойств нельзя выделять в качестве главного и через него определять отражение. В конкретных взаимодействиях в одном случае воспроизводится структура, в другом — форма и т. д. На узость определения отражения через структуру указывает А. Д. Урсул: «Если определять отражение лишь как передачу, перенос, соответствие образа структуре объекта познания, то можно предположить, что человеческое сознание постигает только структуру объектов, но не отражает их содержание»³.

Отражение недостаточно понимать как воспроизведение вполне конкретных свойств одного материального образования в другом и в силу того, что материальный процесс не сводится к отдельным его сторонам. Различные определения отражения характеризуют лишь отдельные стороны, аспекты отражения как фундаментального свойства материи. Для полноты картины необходимо учитывать их все, т. е. понимать воспроизведение особенностей более широко, а именно: как воспроизведение разнообразия одного объекта в другом. Однако и такое понимание отражения ничего принципиально нового не дает, поскольку уточняет детали в рамках концепции воспроизведения.

Далее, концепция воспроизведения не согласуется с диалектикой качественных и количественных изменений. Она связана с такими взаимодействиями, которые не вызывают качественных изменений объектов. Если же последние происходят, то не имеет смысла говорить о воспроизведении особенностей одного объекта в другом, т. е. отражении. Делается вывод, что качественные изменения объектов не сопровождаются процессами отражения. Так, А. Н. Илиади отмечает, что «сохранение качественной определенности взаимодействующих объектов позво-

³ Урсул А. Д. Отражение и информация. М., 1973, с. 22.

ляет определить закономерность энергетического баланса при развитии взаимодействия в отражение. Эта закономерность выражается в том, что энергия отражаемого объекта не может быть, с одной стороны, ниже определенного предела, способного вызвать изменение в состоянии вторичного объекта. С другой же стороны, она не может превосходить энергии вторичного объекта выше предела, обеспечивающего сохранение его качественной определенности в ходе взаимодействия»⁴. Метеор, упавший на Солнце, по мнению А. Н. Илиади, не отражает Солнца.

Процесс движения материи представляет собой единство количественных и качественных изменений и поэтому некорректно роль всеобщего свойства материи связывать только с количественными изменениями. Исчезновение объекта — это момент его развития. Отражение не может не проявляться в изменениях как количественного, так и качественного порядка. Метеор, упавший на Солнце, своим исчезновением отразил Солнце.

Почему же отрицается роль отражения в изменениях качественного порядка. Причиной этого является сама концепция воспроизведения. Она не допускает признания органической связи взаимодействия и отражения. Ведь все дело в том, что применительно к взаимодействиям, вызывающим взаимопревращения объектов, действительно, не имеет смысла говорить о каком-либо воспроизведении особенностей. Но это отнюдь не отрицает наличия отражательных процессов в такого рода взаимодействиях, поскольку отражение является всеобщим свойством материи. Налицо логическое противоречие, устранить которое можно лишь путем пересмотра самого содержания понятия отражения. Возникает настоятельная необходимость для такого пересмотра.

Для устранения отмеченного противоречия А. Д. Урсул предлагает различать две формы отражения: регрессивную и прогрессивную. Первая характеризуется разрушением отображающего объекта, а вторая — нет. С прогрессивной формой отражения автор связывает эволюцию форм отражения⁵. Конечно, в рамках концепции воспроизведения можно выделять особые формы отражения,

⁴ Илиади А. Н. Практическая природа человеческого познания. М., 1962, с. 21.

⁵ Урсул А. Д. Указ. соч., с. 24.

чтобы устранить некоторые внутренние противоречия. Но как нам кажется, в данном случае ситуация гораздо сложнее, она требует существенного изменения наших представлений об отражении.

На ограниченность концепции воспроизведения указывает диалектика внешних и внутренних взаимодействий. Отражение в форме воспроизведения тесно связано с внешними взаимодействиями. Внутренние взаимодействия по своему характеру отличаются от внешних и поэтому им, естественно, соответствуют иные формы отражения. Воспроизведение особенностей одного объекта в другом представляет собой внешнюю характеристику отражения, описывающую отражение, но не объясняющую его существо.

Внутренние взаимодействия ответственны за существование качественно устойчивых материальных образований и их взаимопревращаемость. Применительно к взаимодействию структурных элементов целого не имеет смысла говорить о явлении воспроизведения. В данном случае необходимо обращать внимание на соответствие структурных элементов друг другу, их согласованность.

История любого материального образования — его возникновения, развития и гибели — обусловлена единством внутренних и внешних взаимодействий. В целом она определяется внутренними взаимодействиями его структурных элементов. Внешние же взаимодействия служат формой проявления внутренних и определяют явления случайного порядка.

Диалектика внутренних и внешних взаимодействий свидетельствует о недостаточности понимания отражения как определенной реакции на воздействие извне. Хорошо это выразил Т. Павлов: «Отражение вообще и реально невозможно и не может быть понято, если его абсолютно и метафизически отождествлять с внешними механическими, физическими, химическими, биологическими и социальными действиями и взаимодействиями предметов и явлений. И логически, и в эксперименте (опыте) оно может быть понято лишь как своеобразное внутреннее состояние предметов и явлений природы и общества, закономерно-необходимо изменяется в количественном и качественном отношении, закономерно-необходимо приобретает различные формы и значения»⁶. Отражение ни в коем случае нельзя связывать

⁶ Павлов Т. Теория отражения. Избр. филос. произв., т. 3. М., 1962, с. 614.

только с внешними взаимодействиями материальных объектов и явлений.

Все вышесказанное со всей определенностью свидетельствует о том, что отражение нельзя сводить только к процессам воспроизведения особенностей одного объекта в другом. Это только одна из форм проявления отражения, связанная с сохранением качественной определенности взаимодействующими объектами. Отражение имеет и другие формы проявления (на их характеристике мы остановимся ниже). Заметим, что причиной появления концепции воспроизведения является отождествление отражения с процессом познания. Процесс познания — это процесс воспроизведения особенностей внешнего мира человеком. Концепция воспроизведения выражает гносеологическую сторону проблемы отражения и перестает работать в более широком масштабе. Отрицая органическую связь взаимодействия и отражения, она не в состоянии объяснить движение материи с точки зрения диалектики взаимодействия и отражения. В этом также проявляется ее существенный недостаток.

Выше отмеченные недостатки концепции воспроизведения можно устранить одним путем — качественным изменением содержания понятия отражения.

Обратим внимание на то, что в процессе отражения устанавливается определенное соответствие между взаимодействующими материальными объектами (т. е. соответствие в структуре, форме, содержании и т. д.). При взаимодействии, например, возникают определенные отношения структурного характера. Это положение имеет глубокий смысл. Оно свидетельствует не только о том, что взаимодействие приводит к установлению определенного структурного отношения, но и о том, что само взаимодействие оказывается возможным лишь благодаря наличию у материальных объектов определенного рода структур. Последнее позволяет ответить на вопрос: какие материальные образования могут взаимодействовать между собой. Взаимодействуют всегда объекты, определенным образом соответствующие друг другу. Так, например, сернистый цинк приобретает свойство люминофора (т. е. начинает определенным образом взаимодействовать со светом) после того, как в его кристаллическую решетку вводится малая доля активатора — меди или серебра. В сложных углеродистых молекулах имеются функциональные группы (OH ,

СООН, Н и др.), позволяющие им определенным образом взаимодействовать с разными химическими соединениями. Наиболее ярко избирательность взаимодействия проявляется в живой природе и в области социальных явлений.

Отражать окружающий мир — объективная способность любого материального образования. Она выражает определенную форму соответствия природы отражающей системы и отражаемых явлений, благодаря чему последние взаимодействуют между собой. На необходимость понимания отражения как определенного соответствия материальных объектов указывает и сама концепция воспроизведения. Интерес представляет тот факт, что воспроизведение особенностей одного объекта в другом оказывается возможным благодаря соответствию взаимодействующих объектов. Так, с помощью органов чувств живые организмы воспринимают определенного рода и силы внешние раздражители на том основании, что их структура (особенность) соответствует структуре (особенностям) раздражителей. Как отмечал С. И. Вавилов, органы зрения, будь они у простейших или позвоночных, зависят от структуры солнечных лучей. Общее свойство этих органов — в том, что они не могут отвечать на энергию, меньшую энергии кванта света. Участок спектра, воспринимаемый глазом человека, обусловлен составом света Солнца, его рассеянием в атмосфере, отражением растительным миром «зеленой» части спектра. Появление глаза у животного, живущего в среде, в которой отсутствуют световые явления, невозможно. Единство организма и среды означает наличие между ними определенного соответствия. Изменение среды ведет к изменению организмов в связи с требованием соответствия.

Соответствие носит всеобщий характер и играет важнейшую роль в возникновении и развитии любого материального образования. Генетический код, например, представляет собой определенный порядок расположения азотистых оснований внутри гена. Он осуществляется при помощи триплетов нуклеотидов. Переписывание кода с молекулы ДНК на молекулу РНК предполагает комплементарное взаимодействие оснований. Каждое основание переписывается как дополнительное: тимин на аденин, аденин на урацил, цитозин на гуанин, гуанин на цитозин. Суть комплементарного взаимодействия проявляется в том, что конкретное материальное образование (А) взаимодейст-

вует с вполне определенным образованием (В). Такое взаимодействие возможно лишь благодаря соответствию А и В. Хорошо эту мысль выражает К. Х. Уоддингтон, отмечая, что «бессмысленно вталкивать ДНК сперматозоида в яйцеклетку, если яйцеклетка не содержит полимераз, способных осуществлять процесс транскрипции, а также всех других механизмов, необходимых для синтеза специфических белков»⁷.

Способность к взаимодействию — это имманентное свойство всех материальных объектов, а то, что в данных условиях взаимодействуют конкретные материальные объекты — это результат действия другого имманентного свойства материи — отражения. Не обладая отражением, материя не могла бы находиться в состоянии постоянного развития. Да и, что самое главное, процесс взаимодействия объектов был бы невозможен. Отражение выступает в качестве основы взаимодействия материальных образований.

Из сказанного понятно, что одного взаимодействия недостаточно для того, чтобы охарактеризовать какую-либо систему и ее развитие. В философской литературе был подвергнут справедливой критике взгляд Л. Берта-ланфи на систему как на комплекс элементов, находящихся во взаимодействии. Системы возникают не только благодаря взаимодействию, но и определенному соответствию объектов, объединяющихся в единое целое. Поэтому при характеристике системы необходимо использовать категории взаимодействия и отражения.

Какую же роль играет отражение при возникновении материальных образований? Оно ограничивает степени свободы материальных объектов, вступающих во взаимодействие. П. К. Анохин пишет: «...Взаимодействие, взятое в общем виде, не может сформировать систему из множества элементов. А следовательно, и все формулировки понятия системы, основанные только на «взаимодействии» и на «упорядочении» компонентов, оказываются сами по себе несостоятельными». И далее: «... Все формулировки понятия системы, делая акцент на „взаимодействии“, не содержат в себе и не имеют даже в виду какие-либо факторы, ограничивающие многочисленные потенциально возмож-

⁷ Уоддингтон К. Х. Основные биологические концепции. — В кн.: На пути к теоретической биологии. М., 1970, с. 36.

ные степени свободы взаимодействия данного компонента с другим»⁸.

П. К. Анохин подчеркивает недостаточность категории взаимодействия для характеристики функциональных систем. Нам кажется, что мысль П. К. Анохина будет справедливой при анализе любых систем. Взаимодействие само по себе еще не ведет к образованию системы, созданию нечто упорядоченного. В качестве дополнительного фактора, обуславливающего возникновение и развитие систем, кроме взаимодействия выступает отражение. Благодаря ему взаимодействие обретает избирательный характер.

Отражение, таким образом, играет роль регулятора, обуславливающего определенный канал взаимодействия объектов. Вместе с тем оно выступает как фактор ограничения, лежащий в основе всех процессов отбора в любой сфере материальной действительности.

Вопрос о наличии процессов отбора (регуляционного характера) в неживой природе в настоящее время является дискуссионным. Его решение, по нашему мнению, связано с выяснением роли отражения в движении материальных объектов.

На необходимость введения принципа отбора в физическую картину мира наряду с первым и вторым началами термодинамики указывал в свое время русский физик Н. А. Умов: «Отбор есть орудие борьбы с нестройностью, с ростом энтропии... Существование в природе приспособлений отбора, восстанавливающих стройность и включающих в себя живое, должно по-видимому, составлять содержание этого третьего закона»⁹. На отбор как на фактор упорядочения указывают Н. Винер и многие другие ученые. Л. А. Петрушенко, например, отмечает, что «понятие отбора теснейшим образом связано с универсальной взаимосвязью и взаимообусловленностью в природе, с взаимодействием в самом общем смысле этого слова»¹⁰.

Рассмотрим конкретный пример отбора в неживой природе. В земной коре существует около 90 химических

⁸ Анохин П. К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. — В кн.: Принципы системной организации функций. М., 1973, с. 24.

⁹ Умов Н. А. Физико-математическая модель живой природы. Сб., 1902, с. 12.

¹⁰ Петрушенко Л. А. Самодвижение материи в свете кибернетики. М., 1974, с. 103.

элементов, разнообразные сочетания которых в простейшие соединения дали бы астрономическую цифру минеральных разновидностей. На самом же деле последних гораздо меньше. Поэтому для объяснения существующего числа минеральных видов и комплексов минералов, минералогия использует понятие отбора. В теоретическом плане на это указывал А. Е. Ферсман: «... Мы знаем в природе сравнительно мало минеральных тел, менее трех тысяч сочетаний, а если бы природа не выбирала строго определенные реакции, то мы из известных нам химических элементов должны были получить число сочетаний, определяемое 28-значной цифрой»¹¹.

Уже давно известно, что сочетание химических элементов и минералов в природе, их рассеяние и концентрация, а также составы горных пород не являются случайными, а подчиняются определенным закономерностям. Средневековые алхимики и горные деятели всерьез говорили как о «взаимной ненависти» отдельных металлов, таких как фосфор и золото, так и о «нежной любви», когда упоминали о кобальте и никеле. Идея о совместном расположении некоторых металлов возникла как обобщение многочисленных эмпирических данных в работе искателей руд. Она оказалась весьма плодотворной — хорошо помогала и помогает разведке полезных ископаемых, драгоценных камней и лежит в основе теоретического анализа многих вопросов химии, геологии, геохимии и других наук. Любой химический элемент в природе тесно связан своей историей с другими вполне определенными химическими элементами. Уместно даже говорить о законе, управляющем сочетанием элементов и их соединений, который А. Е. Ферсман назвал парагеном: «Под парагеном мы разумеем ту функциональную зависимость, которая существует между последовательным переходом элементов в геохимических процессах из одного энергетического состояния в другое на основе свойств их атомов и ионов»¹².

Проблема парагенезиса химических элементов и минералов в настоящее время стоит во всей своей сложности перед наукой и ждет своего решения. Это важнейшая задача геохимии, минералогии и горного дела, «когда она

¹¹ Ферсман А. Е. Очерки по минералогии и геохимии. М., 1959, с. 134.

¹² Ферсман А. Е. Избр. труды, т. 5. М., 1959, с. 488.

будет решена, то будут решены не только глубочайшие практические задачи распределения металлов на поверхности и в глубину, но и самые сложные проблемы геофизики и геохимии»¹³.

Идея о совместном нахождении минералов была высказана в 1798 г. русским академиком В. М. Севергиным. Под смежностью минералов он понимал «совокупное пребывание двух или многих минералов в каком-либо месте, которое заслуживает особого примечания»¹⁴. Позднее эта идея нашла свое выражение в понятии парагенезиса, которым широко пользуется современная наука.

«Парагенезис минералов понимается как закономерное, повторяющееся в определенных геологических условиях сонахождение минералов в тесном соприкосновении друг с другом. Таков, например, парагенезис одновременно образующихся минералов, представляющих продукт одной и той же стадии минералообразования. Под парагенезисом, в широком смысле слова, понимают также сонахождение минералов с продуктами их последующего разложения»¹⁵. Выделяющиеся, например, из нефтяных залежей углеводороды в результате окисления и полимеризации превращаются в битумы, образующие ореолы рассеяния. Эти битумы и являются генетическими индикаторами нефтяных месторождений.

В качестве причин появления ассоциаций химических элементов выступает близость (соответствие) их свойств, проявляющихся в конкретной термодинамической и физико-химической обстановке. Известно, что свойства элементов функционально зависят от их расположения в периодической системе Д. И. Менделеева. Соседние по своему положению в таблице элементы близки по своим химическим, физическим и геохимическим свойствам и поэтому в явлениях миграции сопровождают друг друга, образуя ассоциации. Геохимические поля элементов, выделяемые учеными в периодической таблице, объединяют элементы в группы, способные образовывать естественные ассоциации.

¹³ Там же, с. 595.

¹⁴ Цит. по кн.: Сауков А. А. Геохимические очерки. М., 1976, с. 371.

¹⁵ Коржинский Д. С. Теоретические основы анализа парагенезисов минералов. М., 1973, с. 7.

Разрушение кристаллических решеток обуславливает новый этап в миграции элементов. При этом каждый элемент выступает своеобразным индикатором других элементов, например, кадмий можно рассматривать как индикатор на сфалерит, рений — на молибденит, серебро — на свинец.

А. А. Сауков отмечает, что важнейшие причины образования ассоциаций «связаны с миграцией атомов, т. е. определяются свойствами внешних электронных слоев атомов, другие зависят от превращений элементов, т. е. определяются устойчивостью ядер их атомов»¹⁶. В качестве свойств, определяющих ассоциации элементов, выступают растворимость, удельный вес, величина энергии кристаллических решеток минералов, упругость паров соединений. В поле тяготения, например Земли, происходит разделение элементов и их соединений по удельным весам. Следствием этого является образование атмо-, гидро- и литосферы.

От величины энергии кристаллических решеток зависят время и место выпадения минералов из охлаждающихся магматических расплавов и гидротермальных растворов. Из расплавов и растворов выпадают прежде всего минералы с высокими значениями энергии кристаллических решеток, а затем уж минералы с низкими их величинами. Поэтому минералы с близкими значениями энергий решеток образуются примерно в одно и то же время и в одних и тех же пространственных областях. Закон парагена, как отмечает А. Е. Ферсман, определяет «наравне с хронологической последовательностью, распределение химических элементов от глубины земной коры и земной поверхности»¹⁷.

Образование минералов зависит от того, находятся ли они в гармонии (соответствии) с физическими условиями и химическим составом среды. В. И. Вернадский писал о том, что «каждый минерал может существовать неизменно лишь до тех пор, пока он находится в условиях своего образования. Как только он из них вышел, для него начинаются новые стадии существования»¹⁸. Движение минерала из одной среды в другую вызывает в нем изменения, соответствующие новым условиям.

¹⁶ Сауков А. А. Геохимические очерки, с. 10.

¹⁷ Ферсман А. Е. Избр. труды, т. 5, с. 488.

¹⁸ Вернадский В. И. Избр. соч., т. II. М., 1955, с. 40.

Любой охлаждающийся массив проходит ряд стадий, хронологические границы которых определяются границами термодинамических равновесий (критическими точками). Последовательность (хронологическая и пространственная) отложения, наложения и замещения минералов представляет собой геохимическое явление, позволяющее не только фиксировать стадии в развитии объекта, но и воссоздавать картину этого развития, его термодинамические особенности.

Следует заметить, что различные трактовки парагенезиса опираются на ряд понятий, не имеющих четко выраженного содержания и объема: «пространственная близость», «совместно образовавшиеся элементы» и т. д. Поэтому «для конкретного научного применения представления о парагенезисе оказываются слишком расплывчатыми. Последнее обусловлено в первую очередь тем, что чаще всего обнаружение парагенетических связей опирается на гипотетические представления о механизме образования „связанных объектов“, о причине — посреднике таких связей. Кроме того, из-за отсутствия общепринятого четкого определения понятия „парагенезис“ исследователи пользуются различными его определениями и при том так, что изучаемые связи получают различную трактовку. В итоге как сам факт установления парагенезиса, так и его практическое использование в значительной мере обусловлены субъективными моментами»¹⁹. Разработка понятия «парагенезис» представляет собой важнейшую задачу теоретической геологии.

Соответствие материальных объектов зависит не только от природы последних, но и от внешних условий. П. П. Пилипенко по этому поводу замечает, что «определяющими моментами для совместного нахождения тех или иных элементов являются не только сходство их атомных весов (радиус ионов, атомов и пр.), но также и те физико-химические условия, в которые поставлена данная комбинация химических элементов. Быть может, физико-химические факторы (первоначальный состав, температура и давление) играют даже преобладающую роль в сортировке элементов в пределах земной коры, создавая большие геохимические области элементов (зоны магмы, гидротерм, выветривания и пр.), в то время как кристаллическая ре-

¹⁹ Воронин Ю. А., Еганов Э. А. Фации и формации, Парагенезис. Новосибирск, 1972, с. 59,

шетка и лежащая в основе ее структура атома, так сказать, моделируют этот большой процесс дифференцировки элементов, отсеивая более мелкие группы элементов, близких друг к другу по атомным объемам и т. п.»²⁰. Так, близость радиусов ионов или атомов не определяет с неизбежностью явлений изоморфизма, для этого необходимо еще достаточное количество атомов или ионов замещаемого и замещающего элементов, участвующих в процессе кристаллизации. На состав сосуществующих минералов, кроме того, оказывают влияние температура, давление и химизм среды.

Внутренняя согласованность частей присуща объектам любой природы. Так, существует определенное соответствие в расположении, очертаниях и рельефе материков и океанов на Земле. Последнее нашло свое выражение в географических гомологиях. «Антиподальное расположение материков и океанов — самая характерная черта лика Земли. Действительно, пробуя мысленно проводить земные диаметры в различных направлениях, мы обнаружим, что если один конец диаметра попадает на материк, то другой — почти всегда в океан, и наоборот»²¹, — пишет Г. Н. Каттерфельд. Полярность проявляется в том, что Северное полушарие преимущественно гранитно-базальтовое и континентальное, в то время как Южное — океаническое.

«...Легко заметить и другие интересные закономерности: вдоль меридиана большой оси экватора наблюдается наибольшая протяженность Арктического океана и наименьшая — материка Антарктиды, а с направлением меридиана малой оси экватора совпадает максимальная меридиональная вытянутость материков Евразии, Америки и Антарктиды»²².

В качестве третьей гомологии Г. Н. Каттерфельд указывает на клиновидную форму всех материковых масс. Причиной клиновидной формы материков и океанов, выклинивания материков в поясе экватора и в долготном направлении он считает осевое вращение Земли, а также

²⁰ Пилипенко П. П. Исследование в области парагенезиса химических элементов в сульфидных, медных, цинковых и свинцовых рудах. — «Труды МГРИ», 1937, № 8, с. 5.

²¹ Каттерфельд Г. Н. Лик Земли и его происхождение. М., 1962, с. 59.

²² Там же, с. 77.

взаимодействие в системе «Земля — Луна». Здесь уместно подчеркнуть, что определенное соответствие частей целого есть проявление не только отражения, но и взаимодействия. Ведь соответствие материальных объектов друг другу является необходимым условием их взаимодействия. Для возникновения целостной системы необходимо взаимодействие определенным образом подогнанных друг к другу, соотнесенных друг с другом материальных образований. Гегель писал: «Взаимодействие объектов друг с другом означает полагание тождественного соотношения объектов. Это полагание состоит лишь в том, что той определенности, которую причиняют, дается форма всеобщности, а это есть сообщение, которое не имеет перехода в противоположное»²³.

Определенное соответствие существует и между объектами неживой и живой природы. Об этом свидетельствуют факты предпочтительного развития растений на почвах, обогащенных определенными химическими элементами. Так, галмейская фиалка и ярутка растут на почвах, обогащенных цинком. На почвах, содержащих марганец, развиваются наперстянка, чилим, фукус. Иные виды растений болезненно реагируют на повышенные концентрации тех или иных химических элементов в почвах или даже избегают таких почв. Нередко у них наблюдаются определенные морфологические изменения — окраска цветов, их форма, цвет листьев и т. д. Некоторые почвы вообще оказываются непригодными для произрастания растений. Вместе с тем неблагоприятны для развития растений и почвы с малым содержанием тех или иных химических элементов: недостаток бора приводит к заболеванию льна, свеклы; недостаточное количество меди вызывает заболевание злаковых, связанное с понижением количества хлорофилла.

Различные природные процессы, почвы и произрастающие на последних растения образуют единую систему, элементы которой взаимообуславливают друг друга, взаимодействуют между собой.

Указанное соответствие лежит в основе геоботанических методов разведки полезных ископаемых. Растительный покров выступает как индикатор геохимических

²³ Гегель Г. Соч., т. VI. М., 1939, с. 169.

процессов, как показатель химизма коренных пород.

Биохимические процессы в клетках живых организмов аналогичны процессам в клетках растений. Животные, как и растения, страдают от недостатка или избытка микроэлементов в пище. Так, например, повышенное содержание в растениях молибдена приводит к расстройствам желудочно-кишечного тракта, избыток селена ведет к выпадению волос, разрушению копыт, болезням сердца, печени, почек и селезенки.

С помощью химических методов обнаружено различное содержание в органах животных микроэлементов, их накопление. Никель накапливается в поджелудочной железе, молибден — в белом веществе мозга, олово — в слизистой оболочке языка, кадмий — в почках и т. д. Знание этого факта и действий того или иного микроэлемента позволяет излечивать заболевания у растений и животных. Присутствие, например, марганца усиливает рост молодых организмов, влияет на кроветворение. Он действует также на обмен углеводов, активизирует некоторые ферменты, усиливает активность гормонов и т. д. Ионы кальция, магния, калия и натрия регулируют многие биологические процессы.

Органическая взаимосвязь взаимодействия и отражения находит свое выражение в избирательном характере взаимодействия. Избирательность — это характерная черта любых взаимодействий. Качественное различие взаимодействий в неживой и живой природе проявляется в том, что избирательность на уровне живого связана с функциональными особенностями живого как самоорганизующейся системы.

Таким образом, мы предлагаем рассматривать отражение как способность любого материального образования определенным образом соответствовать окружающим его объектам. Такое понимание отражения открывает новые возможности для более глубокого анализа движения (развития) материи. Отражение, выступая основой взаимодействия, свидетельствует о том, какие материальные объекты могут взаимодействовать между собой и в какой степени.

Рассматривая отражение как соответствие, следует признать различную степень соответствия объектов друг другу. Это обстоятельство играет исключительно важную роль в движении материальных объектов, обуславливая

последовательность этапов любого процесса. Так, на первом этапе химической реакции взаимодействуют вполне определенные компоненты раствора, продукты которого вступают в реакцию с другими компонентами, и т. д. Различная степень соответствия наряду с взаимодействием обуславливает весь ход химической реакции. То же можно сказать относительно течения любых явлений окружающей действительности.

Роль отражения в прогрессивном развитии материи не может быть рассмотрена сама по себе, вне процессов взаимодействия, и наоборот, на основе одного взаимодействия нельзя объяснить процесс развития. Взаимодействие и отражение — два относительно самостоятельных свойства материи, которые обуславливают движение всех материальных образований. Анализ движения материи невозможен вне диалектики взаимодействия и отражения.

Кратко отметим, что концепция соответствия полнее объясняет мир социальных явлений. Само отражение (сознание) оказывается возможным лишь благодаря практической деятельности человека и определенному соответствию субъекта и объекта. Так, человек с помощью сознания не только воспроизводит окружающий мир в понятиях, теориях и т. д., но и творит (изменяет) его. Изменяя окружающий мир, человек отражает его, а отражив, — изменяет. Диалектика взаимодействия и отражения при этом находит свое выражение в принципе единства практики и теории.

Концепция соответствия позволяет не только рассматривать движение как единство взаимодействия и отражения, но и глубже понять диалектику субъекта и объекта.

Предлагая новое понимание отражения, мы отнюдь не считаем в корне ошибочной трактовку отражения как явления воспроизведения. Концепция воспроизведения является фундаментом теории познания, она справедлива для некоторых видов внешних взаимодействий и т. д. Отмечая это, мы тем самым указываем на границы ее применения. Важно также подчеркнуть, что концепция воспроизведения является частным случаем концепции соответствия.

СОВРЕМЕННАЯ ГЕОЛОГИЯ И «ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ» СТАДИЯ В ЭВОЛЮЦИИ МАТЕРИИ

В. Н. КОМАРОВ, *канд. филос. наук*

физику, химию, астрономию, геологию обычно называют фундаментальными¹ науками о неорганической природе. Однако лишь физика признается таковой всеми и безоговорочно. Многие считают фундаментальными и химию, и астрономию. На пути обоснования фундаментального характера геологии до сих пор стоят огромные препятствия, хотя за последние 15—20 лет вышло немало работ по теоретико-методологическому обоснованию геологии. Здесь не уместно касаться дискуссионного вопроса² о том, какая наука и почему относится к фундаментальным. Обратим внимание только на то, что геологию заносят за одни скобки с физикой, химией и астрономией, а значит, ей отводят почти такую же роль в познании природы, как и последним. И это не предположение. Значение геологии в научном познании огромно. Известно, что геология одна из тех естественных наук, которые пробивали самые первые бреши в метафизическом воззрении на природу³.

В силу ряда причин в первой половине XX в. вклад геологии в теоретическое естествознание не идет ни в какое сравнение с тем, который внесли за это время, например, физика или астрономия. При этом противоречивость ситуации состоит в том, что фронт геологических исследований в этот период не только не свертывался, а, напротив, расширялся. Но эти исследования выше эмпирического уровня не поднимались. Не получая должного теоретического обобщения накапливаемого эмпирического материала, геология колоссально выросла в своем объеме⁴. Но назвать этот рост нормальным нельзя: «в геологии нужен новый качественный скачок, соответствующий современному уровню развития физики, химии,

¹ См., например: Основы марксистско-ленинской философии. М., 1971, с. 424.

² Не прояснился этот вопрос и после выхода в свет «Философских оснований естествознания» (М., 1977), хотя от такого рода работы следовало бы ожидать его решения.

³ См.: Маркс К. и Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 20, с. 509—510.

⁴ См.: Бернал Дж. Наука в истории общества. М., 1956, с. 428.

математики»⁵. Иначе говоря, современная геология действительно нуждается в серьезных теоретических изысканиях, успех которых во многом зависит от решения ряда логико-методологических и онтологических проблем. Вообще все философско-методологические проблемы любой естественной науки в конечном счете концентрируются вокруг двух вопросов: *что* познает и *как* познает свой предмет данная наука. Геология не только не составляет в этом отношении исключения, но именно эти вопросы для нее являются наиболее актуальными.

В самом деле, никто из материалистов не сомневается, что в природе реально имеют место, например, физические процессы, физические явления, физические закономерности, физический уровень строения материи и т. д. Все эти термины являются строго научными, выполняют достаточно четкие теоретико-методологические функции. Так же дело обстоит, если мы эпитет «физический» заменим на «химический» или «биологический». Однако ситуация существенно меняется, когда вводится эпитет «геологический». Частота его употребления в современном естествознании из года в год растет, но смысл его не становится более определенным, строгим и однозначным.

В. И. Вернадский, например, неоднократно прибегал к выражениям: «человек становится крупнейшей геологической силой», «биосфера — великая геологическая сила»⁶ и т. д. Какой смысл содержат в себе слова «геологическая сила»? Сила, соизмеримая с геологическими процессами? Но вопрос о том, что собой представляет геологический процесс, какова его сущность — далеко не решен до сих пор, хотя на эмпирическом уровне выделены все геологические процессы.

Наиболее распространенным определением геологических процессов является следующее: «это своеобразные, значительные по своему масштабу и длительности стихийные природные явления, оказывающие большое влия-

⁵ Сидоренко А. В. Советская геология за 50 лет. — В кн.: Успехи геологии и развитие минерально-сырьевой базы СССР. М., 1969, с. 35.

⁶ См.: Вернадский В. И. Биогеохимические очерки. М.—Л., 1940; Несколько слов о ноосфере. — «Успехи современной биологии», 1944, т. 18, вып. 2; Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., 1965.

ние на жизнь человечества⁷. Однако данное определение чрезвычайно несовершенно, так как далеко не всякое стихийное природное явление, будучи значительным по масштабу и длительности, обязательно должно быть геологическим: все геологические явления — природные явления, но не все природные явления — геологические (они могут быть физическими, химическими, астрономическими и т. д.).

Своеобразие геологических явлений как раз ни в методологической, ни в естественнонаучной литературе достаточно и не раскрыто (подобно тому, как определена специфика химических явлений в плане принципиальной их несводимости к физическим процессам).

Природа не знает четких граней и перегородок, отделяющих явления одной сущности от явлений другой, но отсутствие четких граней не означает, что их нет вообще: закон перехода количественных изменений в изменения качественные в природе действует неизменно. На основе этого закона теоретическое и экспериментальное естествознание установило ряд физических структурно-генетических уровней строения материи (процессы и закономерности на которых качественно отличаются друг от друга), обосновало реальность и специфику химического уровня, биологического и т. д. Более или менее четко установлены пространственно-временные границы названных уровней. К сожалению, место для геологического уровня в структурно-генетической иерархии строения материи обозначается с большим трудом. Объективную реальность этого уровня материи, с вытекающим отсюда пониманием сущности геологических процессов, иногда прямо⁸, но большей частью косвенно, отрицают.

Наряду с верным методологическим подходом к оценке специфичности геологических явлений (Г. Л. Поспелов, В. Е. Ханн, Е. В. Шандер и др.), на наш взгляд, здесь имеют место и ошибочные пути и выводы.

В самом деле, что значит признать объективно существующим геологический уровень строения материи? Очевидно, это означает признание в природе такой совокупности явлений, сущность которых должна быть геологи-

⁷ Философские вопросы геологии, вып. 3. Свердловск, 1972, с. 53.

⁸ См., например: Букановский В. М. К вопросу о предмете и классификации современной геологии. — В кн.: Философские вопросы естествознания, т. III. МГУ, 1960.

ческой, т. е. сущность того уровня, на котором эти явления протекают. Когда же утверждают, что «сущность геологических процессов физическая или химическая»⁹ или что они «являются по своей сущности, внутренней основе, физическими, химическими, реже биологическими»¹⁰, то только логико-методологической непоследовательностью этих авторов можно объяснить их же утверждение: «наличие же законов в геологии, не сводимых к законам физики и химии, не вызывает сомнений»¹¹.

Кто не признает в геологических явлениях геологической сущности, тот фактически превращает такие геологические понятия, как «литогенез», «магматогенез», «метаморфогенез», «тектогенез», в некий геотерминологический наряд, лишь скрывающий суть дела, тот не имеет права говорить о наличии геологических законов, ибо сущность и закон — категории однопорядковые; а явление и сущность диалектически едины; тот, следовательно, косвенно отрицает в природе реальность геологического уровня в эволюции материи. Отсюда, естественно, вытекает и понимание значения геологии в познании геологических процессов. Оказывается, ее роль второстепенна: «здесь основную роль должны сыграть методы физики, химии, механики»¹².

Существует еще одна причина, объясняющая позицию тех, кто отрицает в геологических явлениях геологическую сущность. Как известно, некая совокупность атомов или молекул приобретает качество термодинамической системы — газа только в том случае, если она окажется достаточно большой. В противном случае количество не перейдет в новое качество. Нечто подобное имеет место в геологических исследованиях. Исследователь должен помнить, что для обнаружения геологической сущности необходимо изучить довольно большие промежутки геологического времени и крупные регионы, ибо геологические закономерности проявляются лишь в масштабе крупных отрезков геологического времени и крупных регионов, иногда

⁹ *Философские вопросы геологии*, вып. 3, с. 121.

¹⁰ Там же, с. 125.

¹¹ Там же, с. 48.

¹² Там же, с. 121; см. также: Федоров Е. К. Некоторые проблемы развития наук о Земле. — В кн.: *Взаимодействие наук при изучении Земли*. М., 1964; Медунин А. Е. *Взаимодействие наук при изучении Земли*. — *Вопр. философии*, 1960, № 12.

только в планетарном масштабе. Иначе говоря, вопрос заключается в обоснованном определении пространственно-временных границ геологического уровня материи, что фактически означает определение предмета геологии.

Внешние вопрос о предмете геологии звучит просто. «Геология — наука о составе, строении, закономерностях и истории Земли»¹³, — считают одни. «Геология — наука, всесторонне изучающая строение, состав и сложную историю образования и развития земной коры»¹⁴, утверждают другие. Разница состоит в том, что первыми геология признается как наука о Земле в целом, а вторыми — как наука лишь об одной геосфере — земной коре.

Может показаться, что вопрос о предмете геологии прост не только по формулировке, но и по решению: принятие первой точки зрения автоматически снимает вторую, так как ясно, если геология — наука о Земле, то о земной коре — тем более. Однако сторонники второй точки зрения, приводя соответствующие аргументы, преследуют цель не только обосновать и защитить свою позицию, но и одновременно показать несостоятельность первой точки зрения. «Все геологические методы, — пишет, например, Б. Ю. Левин, — основаны на непосредственном прямом наблюдении и на анализе образцов, которые можно держать в руках. Поэтому они применимы только к топкой пленке земной коры, составляющей менее 1 % всего земного вещества, а когда речь заходит о мантии и ядре Земли, то ведущая роль принадлежит геофизике»¹⁵.

Такого рода аргументы подкрепляются соображениями онтологического характера: земная кора по химико-минералогическому составу отличается от мантии и ядра; в ней развиваются геологические процессы и т. д. Таковы основные аргументы, призванные показать, что геологическое познание должно быть ограничено рамками земной коры, что процессы, протекающие в мантии и ядре, раз и навсегда закрыты для геологии, даже если их познание и признается необходимым для исследования геологических явлений (между тем, эта необходимость нередко ставится

¹³ Якушева А. Ф. Динамическая геология. М., 1970, с. 5.

¹⁴ Панюков П. Н., Первильев З. Г. Основы геологии. М., 1968, с. 7.

¹⁵ Левин Б. Ю. Взаимодействие астрономии, геофизики и геологии при изучении Земли. — В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М., 1964, с. 166.

прямо или косвенно под сомнение). Не случайно на протяжении длительного времени общие проблемы строения и развития Земли были в некотором забвении, ибо молчаливо предполагалось, что решение этих проблем не обязательно для познания геологических процессов. Но насколько убедительны эти аргументы?

Действительно, есть основания считать, что земная кора представляет собой сложную материальную систему, в которой находится самая богатая на Земле «коллекция» разнообразнейших природных соединений, тогда как мантия и ядро в этом отношении более однородны¹⁶. Но этот факт не следует и преувеличивать. «Нельзя говорить,— отмечает известный французский ученый-геолог Ж. Гогель,— об однородности пород, залегающих ниже поверхности Мохоровичича, которая бы контрастировала со сложным строением земной коры»¹⁷.

Несомненно и то, что земная кора представляет собою относительно самостоятельную часть Земли. Дело только в том, как понимать эту часть: насколько она относительно самостоятельна и насколько самостоятельна относительно Земли. Ответ на этот вопрос во многом зависит от того или иного понимания известной естественнонаучной концепции, согласно которой «вся земная кора имеет вулканическое происхождение и что на ранней стадии своего развития Земля состояла только из мантии и ядра»¹⁸. Иначе говоря, речь идет о том, что в истории становления и развития Земли имели место определенные этапы (или стадии), лишь на одном из которых возникла земная кора.

Признание подобной этапности в эволюции нашей планеты не вызывает ни малейшего сомнения, но правомерно ли называть ядром и мантией некое докоровое расщепление вещества, если таковое вообще имело место. Не правильнее ли полагать, что ядро становится ядром, мантия — мантией одновременно с появлением земной коры, т. е. рассматривать возникновение этих трех основных геосфер Земли как единый взаимообусловленный процесс. Подчеркивание же некоей временной последовательности в появлении указанных геосфер создает возможность преувеличивать самостоятельность земной коры как части

¹⁶ См.: Зубков И. Ф. Объект и предмет геологии.— В кн.: Философские вопросы геологических наук. М., 1967.

¹⁷ Гогель Ж. Основы тектоники. М., 1969, с. 290.

¹⁸ Стейси Ф. Физика Земли. М., 1972, с. 118.

Земли, а ядро и мантию рассматривать лишь как «пассивных» носителей земной коры, обладающей источниками движения и самодвижения и хранящей причины всех геологических процессов. Однако, как свидетельствует история развития геологической науки, в методологическом плане есть основания рассматривать Землю как «атом», части которого (ядро, мантия, земная кора), в отличие от «настоящего» атома, ни при каких условиях не могут реально существовать самостоятельно. Не случайно поэтому всякий факт, добытый наукой о процессах, происходящих в мантии или ядре, сразу же ставит под сомнение и попросту отбрасывает десятки геологических гипотез и теорий, созданных на базе исследования земной коры. И, наоборот, приходилось отказываться от геофизических, геохимических и прочих построений о ядре и мантии, как только они вступали в противоречие или не согласовывались с незыблемыми фактами, полученными традиционной геологией.

Таким образом, естественнонаучные данные свидетельствуют о том, что прошло время, когда геолог мог ограничивать свои исследования лишь рамками земной коры; сейчас геологию само название обязывает изучать Землю в целом. Но не преувеличивается ли при этом теоретикопознавательная роль геологии? Достаточно ли у нее средств и возможностей для того, чтобы выступать в качестве науки о Земле в целом? Или, может быть, правы те авторы, которые считают, что геологические методы и понятия «работают» лишь в пределах земной коры? И разве не верно, что все геологические методы основаны на непосредственном прямом наблюдении? Ответ на эти вопросы полностью зависит от гносеологической позиции исследователя.

Иллюзорность утверждения о том, что геологические методы основаны на непосредственном прямом наблюдении, с вытекающим отсюда выводом о границе геологического познания, ясна исследователю, стоящему на позициях диалектико-материалистической теории познания. Уже Гегель понимал ущербность подобной гносеологии. С ее позиции невозможно правильно раскрыть подлинные теоретико-методологические потенции той или иной науки: здесь неизбежны тупики агностицизма и скептицизма.

Познающий субъект вступает в научно-познавательное отношение к объекту не непосредственно, а всегда опос-

средованно, через знание, выработанное всей предшествующей историей. Ограничивать геологическое знание лишь прямым наблюдением нет никаких оснований.

С этой точки зрения утверждение, что познание мантии и ядра — задача геофизики, а не геологии, не может быть признано строгим. Научно-теоретическое значение геофизических данных полностью зависит от геологической интерпретации. Не случайно поэтому теоретическая геология, а не геофизика (не без данных последней), создала и продолжает разрабатывать модель Земли. Таким образом, на том основании, что геофизика предоставляет данные о мантии и ядре, неправомерно делать вывод, что в эти геосферы Земли закрыт путь для геологии. Геофизика с наименьшей интенсивностью применяется и при исследовании земной коры. Логически развивая критикуемую точку зрения, не трудно придти к выводу о замене геологии геофизикой. И такие выводы делаются. Например, А. Е. Медунин полагает, что в будущем возможен распад геологии «на ряд более специальных и прикладных технических дисциплин»¹⁹.

Но ведь это факт, что Землю изучает не только геология. «Мы имеем ряд наук, изучающих Землю: астрономию..., геодезию, геофизику, геохимию, геологию, географию, гидрологию, метеорологию. Уже одно перечисление наук, исследующих Землю,— считает И. Ф. Зубков,— противоречит тому, что геология есть наука о Земле, ее строении, составе, развитии, т. е. наука о Земле в целом»²⁰. Наоборот, это не только не противоречит, а, напротив, предполагает развиваемую здесь идею о том, что геология — наука о Земле в целом, ибо все перечисленные науки вырабатывают лишь соответствующие теоретические «проекции» (абстракции) строения и состава Земли, которые геология призвана синтезировать.

Именно поэтому, хотя изучение Земли, например, «с точки зрения физики обладает естественной привлекательностью, но физик, впервые сталкивающийся с науками о Земле, встречается с множеством новых понятий»²¹. С наименьшим множеством новых понятий при изучении Земли встречаются и химик, и астроном,

¹⁹ Медунин А. Е. Указ. соч., с. 130.

²⁰ Зубков И. Ф. Указ. соч., с. 45.

²¹ См.: Стейси Ф. Указ. соч., с. 7.

и представители других наук. Структурно-генетическая сложность Земли, ее принадлежность к такому уровню строения материи, процессы и закономерности которого не являются результатом простого суммирования процессов и закономерностей физического и химического уровней строения материи,— тому причина.

Иначе говоря, Земля представляет собой особый «геологический» уровень строения материи, для возникновения которого необходима определенная масса вещества, расположенная «вблизи» звезды определенной природы и достаточная для того, чтобы фундаментальные законы физики, а затем и химии преобразовали бы эту массу вещества в объект, называемый планетой. Самым первым признаком последней является переход «первоначального» вещества из некоего гомогенного состояния в гетерогенное, т. е. в состояние, характеризующееся известным общепланетарным структурно-генетическим расслоением вещества и появлением тектонических, талласогенических, эпейрогенических процессов и т. д.

В эволюции Земли необходимо различать два этапа — этап ее формирования (космогонический) и этап существования уже «сформировавшейся» планеты («геологический»). Причем ясно, что вступление планеты в «геологическую» стадию эволюции не только не отрицает «результаты» космогонической, но и саму эту стадию: Земля и сейчас является космическим объектом со своим космическим бытием. Это обстоятельство свидетельствует о том, сколь необходимы для геологии данные астрономии. Учитывая же теснейшую связь последней с физикой, особенно с ее фундаментальными законами, не трудно видеть и зависимость геологии от физики.

Вообще взаимодействие геологии как науки, объединяющей общее учение о Земле, с другими отраслями естествознания двоякого рода: непосредственное (геология прямо заимствует из физики, химии, астрономии наиболее фундаментальные их теории, концепции, законы) и опосредованное (в данном случае материалы этих наук ассимилируются геологией, предварительно пройдя фильтр таких наук, как геофизика и геохимия). Но чтобы осмыслить проблему взаимодействия наук при изучении Земли (а эта проблема является одной из важнейших методологических проблем геологии), необходим

дальнейший анализ геологического уровня строения материи, обоснование концепции геологической формы движения материи.

Эта концепция имеет огромное методологическое значение для геологии: она выступает в качестве некоей «дисциплинарной матрицы» или парадигмы, т. е. теоретической и методологической установки для выбора проблем и способов их решения. Все конкретные геологические процессы, вообще функционирование всего вещества Земли тем успешнее будет теоретически осмысливаться, чем органичнее будет вводиться в научную практику геологического познания концепция геологической формы движения. Без идеи геологической формы движения неправомерно говорить о геологических законах, необоснованными становятся все попытки вскрыть специфичность геологического пространства и геологического времени, а не выявив специфичность последних, невозможно рассчитывать и на построение математической геологической теории.

В самом деле, как закон вообще есть «спокойное», «устойчивое» и «неизменное» в движении, изменении вообще, так, очевидно, и геологический закон есть нечто «спокойное» и «устойчивое» в геологической форме движения. Далее, данные современного теоретического естествознания и положения диалектического материализма свидетельствуют о том, что движение, пространство и время органически связаны как между собой, так и с материей²². Однако обнаружить зависимость специфики пространства или времени от специфики вида материи чрезвычайно сложно. Но именно поэтому, прежде чем искать специфику геологического пространства или геологического времени, необходимо исследовать и обосновать специфичность геологической формы движения.

Не только в геологии, даже в физике понятие пространства не может быть определено независимо от понятия движения. Это твердо установленный естественнонаучный и философско-методологический факт. Когда же его не учитывают или игнорируют, тогда невозможно избавиться от впечатления, что вопрос о специфичности геологического пространства и времени зачастую «ре-

²² На примере математизации современной биологии это очень хорошо показал И. А. Акчурина в своей книге «Единство естественного знания». М., 1974.

шается» чисто формально, на терминологическом уровне. Геологическое время, говорится в одной из работ, обладает особыми свойствами, так как оно «не измеряется на основе какого-либо периодического процесса, а является сложным параметром, выводимым из гипотез и предположений статической геологии»²³. Таким образом, получается: геологическое время обладает особыми свойствами потому, что в геологии «обычное» время выражается в терминах стратиграфической шкалы, которая «прячет» обычные миллионы лет за терминами: «докембрийское время», «палеозойское», «мезозойское» и т. д.

На таком же уровне построено утверждение о том, что якобы уже Н. Стенон (один из основоположников биостратификации) в неявной форме обосновывает специфичность геологического пространства и времени, создав едва ли не первую в естествознании альтернативу ньютоновской концепции абсолютного пространства и времени — «геологическое пространство и время в отличие от физического дискретны, неоднородны и периодичны»²⁴. Даже если принять это допущение (хотя и необоснованное), то делать отсюда вывод, что именно этими свойствами геологическое пространство и время отличаются от физического, совершенно несостоятельно. Именно физика показала неоднородность и стремится показать дискретность пространства и времени.

Но признание геологической формы движения материи плодотворно не только для исследования специфики геологического пространства и геологического времени и обоснования объективной реальности геологических закономерностей (а это очень важно, так как известно, что «среди многих геологов — отмечает В. Е. Хаин, — наблюдается скептическое отношение, явное или скрытое, к любым попыткам сформулировать определенные законы и закономерности в геологии»)²⁵. Концепция геологической формы движения позволяет внести существен-

²³ Воронин Ю. А., Египов Э. А. Методологические вопросы применения математических методов в геологии. Новосибирск, 1974, с. 12.

²⁴ Круть И. В. Исследования оснований теоретической геологии. М., 1973, с. 27.

²⁵ Хаин В. Е. Философские вопросы геологических наук. — В кн.: Философские вопросы естествознания. Вып. III. Геолого-географические науки. М., 1960, с. 35.

ные уточнения и в понимание соотношения основных форм движения материи, т. е. в существующую ныне классификацию форм движения.

Теоретико-методологическое значение последней, раскрытое Ф. Энгельсом в «Диалектике природы»²⁶, приобрело в настоящее время особую актуальность опять-таки в связи с вопросом об обнаружении новых законов в природе. Тот факт, что выдающиеся успехи наук о природе в последние десятилетия «были достигнуты на основе применения уже известных, а не создания новых фундаментальных теорий, породил у части естествоиспытателей ощущение своеобразной самоуспокоенности. Многие из них стали считать, что все (или почти все) фундаментальные законы природы уже открыты и нам остается лишь применять их к различным явлениям»²⁷. Причем речь идет в первую очередь об астрономических явлениях, а не о геологических, так как многие ученые полагают, что для познания последних вполне достаточно законов, известных современному естествознанию.

Чтобы рельефнее показать методологическую роль концепции геологической формы движения, коротко остановимся на онтологическом обосновании геологической формы движения.

Геологическая форма движения — это феномен природы, возникающий, как уже указывалось, на планетарном уровне строения материи; основой этой формы движения является взаимодействие механических, физических, химических и физико-химических процессов в теле планеты, в котором (во взаимодействии) обнаруживаются некие устойчивые и необходимые связи между указанными процессами. Такие связи «пробивают себе дорогу» через массу случайных и неустойчивых связей. Это ведет к тому, что на геологическом уровне одни механические, физические, химические и физико-химические процессы остаются таковыми, тогда как другие выступают в качестве структурно-генетических ингредиентов тектонических, орогенетических, метаморфи-

²⁶ См.: Маркс К. и Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 20, с. 339—625.

²⁷ Амбарцумян В. А., Казютинский В. В. Материалистическая диалектика — методология и логика развития современного естествознания. Материалы ко Второму всесоюзному совещанию по философским вопросам современного естествознания, посвя. 100-летию со дня рождения В. И. Ленина. М., 1970, с. 3.

ческих процессов, взаимодействие между которыми порождает *движение* вещества планеты, называемое геологической формой движения.

Таким образом, на геологическом уровне строения материи вещество участвует в механических, физических, химических и физико-химических процессах, оно же одновременно участвует в процессах тектогенеза, магматизма, метаморфогенеза и т. д., наконец, включается в совокупное движение последних. При этом постепенно теряют свою объяснительную функцию многие законы и понятия механики, физики, химии, и на передний план выступают особые законы организации и организующие силы, действующие в природе в ее субатомной и супермолекулярной областях.

Нет необходимости рассматривать все имеющиеся в литературе аргументы, приводимые для опровержения идеи о геологической форме движения. Нам уже приходилось доказывать их естественнонаучную и логико-методологическую несостоятельность²⁸. Остановимся лишь на одном аргументе, поскольку его критический анализ позволяет внести в существующую классификацию форм движения материи определенные уточнения.

Утверждается, что то «сплетение физико-химических процессов, которое существует в земной коре», называть геологической формой движения нельзя. «В живых организмах физико-химические процессы присутствуют в качестве подобных форм движения, в то время как геологические процессы..., будучи предпосылкой для возникновения и необходимым условием существования жизни, не имеют места в живом организме»²⁹. Это «и является причиной», на основании которой отрицается геологическая форма движения. Покажем необоснованность данного утверждения.

Геологический структурно-генетический уровень материи возникает не непосредственно на физическом, а при активном участии химических процессов. Именно «химизм», превращая физические процессы и законы (не

²⁸ См.: Комаров В. И. Философские вопросы науки о Земле. Казань, 1974, с. 51—69.

²⁹ Философские проблемы современного естествознания. М., 1959, с. 43. (Выступление М. И. Руткевича на Всесоюзном совещании по философским вопросам современного естествознания, октябрь 1958 г.).

все) в физико-химические, интегрируя и дифференцируя соответствующим образом вещество протопланеты, с одной стороны, создает необходимые условия для возникновения геологической формы движения, а с другой, — сам становится структурно-генетическим элементом последней.

Химизм вообще многие исследователи справедливо рассматривают как функцию от массы тела, его размеров, расстояния от центрального светила, условий давления и сжатия, температуры и других физических параметров и метрических особенностей.

Итак, бесспорно, что жизнь, биологические процессы возникают не на базе геологических. Они возникают из химических процессов (потому-то последние структурно входят в биологические), но не непосредственно, а тогда, когда химические процессы становятся ингредиентом геологических. А это значит, что в природе химическая форма движения, способная породить жизнь, возникает не до геологической, а одновременно и вместе с ней. Утверждение же о том, что химическая форма движения должна располагаться в классификации перед геологической, порождено гносеологической иллюзией и создает искусственный «барьер» между химической и биологической формами движения, которого в действительности нет.

Признание в природе геологического уровня строения материи, а также геологической формы движения предполагает дальнейший анализ статуса современной геологии.

Существующие в геологической науке теоретические построения преимущественно созданы так, словно вещество Земли и процессы, протекающие в ней, изолированы от влияния всевозможных планетарно-кинематических и астродинамических факторов. Однако следует отметить, что уже в классической геологии (особенно во второй половине XIX в.) широко мыслящие естествоиспытатели указывали на необходимость учитывать такого рода факторы при познании геологических явлений, предвосхищая тем самым идеи планетарной геологии, или астрогеологии.

Впоследствии в силу ряда причин (одна из которых заключалась в упрощенном понимании диалектики внутреннего—внешнего) данное направление было жестоко

«забито» сторонниками так называемой «ортодоксальной геологии» и его стали квалифицировать как не имеющее никакого отношения к настоящей науке ³⁰.

Столь негативное отношение некоторых естествоиспытателей к планетарной геологии можно понять: очень мало еще фактических данных, подтверждающих теоретические построения сторонников планетарной геологии. Но явно пониженный интерес к идеям последней со стороны философов объяснить трудно. В философских работах по проблемам геологии до сих пор о планетарной геологии упоминается мимоходом: она рассматривается в качестве одной из геологических наук (даже в одном ряду с гидрогеологией или инженерной геологией); в лучшем случае ее квалифицируют как одно из направлений в современной геологии. С таким пониманием планетарной геологии невозможно согласиться. Это не просто направление в геологии, но направление развития геологии, ее будущее ³¹.

Одной из самых плодотворных идей планетарной геологии является идея, согласно которой все геологические процессы рассматриваются как различные проявления единого процесса эволюции вещества планеты. Иначе говоря, в отличие от традиционной геологии, делается попытка установить единую общую причину талассогенических, олейрогенических, тектонических и прочих процессов, не игнорируя одновременно и специфики каждого из них. На пути решения этой проблемы стоят огромные теоретико-методологические трудности, связанные в первую очередь с тем, что геологические процессы довольно значительно, с точки зрения современных представлений, отличаются друг от друга. Именно поэтому многие геологи даже к самой постановке указанной проблемы относятся скептически. Данная проблема не только трудная, но и во многом новая для методологии естествознания: ее решение приведет к установлению не просто новых закономерностей (это естественно), а закономерностей нового типа. Нового в том отношении, что это не столько закономерности существо-

³⁰ См., например: Левин Б. Э. Указ. соч.; Курашниковская Е. А. Философские основания геологии. — В кн.: Философские основания естествознания. М., 1977, с. 240—250.

³¹ Методологический анализ основных идей планетарной геологии см.: Комаров В. И. Указ. соч.

вания и не просто объектов с большой массой вещества (в таком случае это были бы закономерности типа закона всемирного тяготения Ньютона), сколько закономерности эволюции огромной массы вещества с устойчиво-динамической структурой последнего. Современное естествознание пока не знает таких закономерностей, хотя их реальность в природе не вызывает сомнений.

Исключительно глубокий смысл имеет то обстоятельство, что проблема взаимосвязи основных геологических явлений в планетарной геологии решается в тесной связи с важнейшей проблемой геологии — проблемой периодичности геологических процессов. Последняя представляет исключительный теоретический интерес. Но не только. От ее решения во многом зависит, например, создание научно обоснованных прогнозов ряда месторождений полезных ископаемых и правильной организации их поисков ³².

Вместе с тем отношение в естествознании к проблеме периодичности геологических процессов весьма противоречивое. Так, некоторые ученые полагают, что «можно привести много... фактов и все они будут противоречить концепции цикличности», т. е. таких фактов, которые «наглядно показывают, что история развития Земли не представляет циклов, а идет поступательно»³³. Другие же ученые, напротив, убеждены в том, что факты как раз и подтверждают концепцию цикличности. Правда, как только речь заходит о причинах этой цикличности, возникают резкие разногласия. При этом многие геологи считают, что причины периодичности всех геологических явлений следует искать в недрах планеты (тепловом режиме планеты, радиоактивности вещества планеты и т. д.).

Несомненно, было бы грубой методологической ошибкой игнорировать «силы», возникающие в недрах Земли, или не допускать мысли, что потенциальная энергия (в широком смысле), периодически накапливаемая в Земле, сама не способна найти себе выхода в виде тектогенеза, магматогенеза и других геологических процессов. Однако принимая во внимание планетарно-космическое

³² См.: *Проблемы планетарной геологии*. М., 1963.

³³ Боганик Н. С. К познанию закономерностей развития земной коры и геотермальных полей стратосферы. М., 1970, с. 9.

бытие Земли, мы имеем основания полагать, что здесь действует внешний (планетарно-динамический, космический) фактор, который и освобождает эту энергию, мало того, задает ей форму выхода и регулирует ее интенсивность.

Самым серьезным и, пожалуй, единственным аргументом, выдвигаемым против учета роли космических факторов в протекании геологических процессов, является утверждение об их якобы «слабости и незначительности».

Однако этот упрек неправомерен уже потому, что планетарно-динамические и астрогеологические связи, не будучи всей причиной этих процессов, могут быть частью ее, а могут быть и причиной этой причины. В природе известно, когда одно следствие может иногда иметь несколько причин разных видов; сложность геологических процессов как раз свидетельствует о том, что они относятся к «следствиям» такого рода.

В последнее время все более и более обосновывается идея о том, что «планетарные и астрономические факторы имеют громадное, нередко определяющее значение»³⁴ в геологической эволюции. Особенно же это значение проявляется тогда, когда мы обращаемся к проблеме причин периодичности геологических процессов.

На связь периодичности геологических явлений с цикличностью космических явлений указывали многие геологи и ранее. В частности, обращалось внимание на совпадение (приблизительно) продолжительности крупных этапов в развитии структуры земной коры с длительностью «галактического года»; совпадение «драконического периода» астрономов с длительностью крупных циклов магматизма и орогенеза и т. д. Мало того, в последние годы делаются попытки найти точное выражение этой периодичности (цикличности) в цифрах абсолютного возраста. В самом деле, трудно не обратить внимания на тот факт, что Вселенная полна различного рода периодических (циклических) движений. Космическая материя явно эволюционирует в форме неких циклов. Эти циклы прослеживаются, например, в эволюции галактик, в частности, в движении Солнечной сис-

³⁴ Наливкин Д. И. Предисловие.— В кн.: Проблемы планетарной геологии, с. 5.

темы вокруг центра нашей Галактики («галактический год»). Возникает вопрос: неужели все это «движение» лишь внешним образом прилагается к «материи» (Луна, Земле, Солнцу) и никак не влияет и никак не связано с эволюцией последней? Нет, эта эволюция немыслима без данного движения.

Отсюда, как мы полагаем, логично рассматривать астрономические и планетарно-кинематические факторы как некий «пусковой механизм», периодический характер которого и обуславливает в конечном счете соответствующую периодичность геологических процессов, путем периодического высвобождения потенциальной энергии, накапливаемой в недрах Земли.

На пути обоснования указанной связи (выявления ее причинного характера) до сих пор стоят огромные преграды, как теоретические, так и эмпирические. Здесь неуместно их перечислять. Однако отметим, что без решения проблемы периодичности геологических процессов и вскрытия ее причин дать полную характеристику геологического этапа в эволюции материи невозможно. Геологический этап — это очень своеобразный этап в вечном круговороте материи (в понимании Энгельса)³⁵. Именно поэтому для познания тайн природы выяснение особенностей и закономерностей этого этапа имеет исключительное значение: здесь зарождаются и раскрываются высшие и наивысшие возможности развития материи. Осмыслить сущность этого уровня материи — задача всего естествознания, но такая задача, которая тем успешнее будет решаться, чем серьезнее и решительнее геология будет осознавать свою направляющую теоретико-методологическую роль.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ФОРМА ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИИ В СВЕТЕ ДАННЫХ ФИЛОСОФИИ И ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

А. Л. СИМАНОВ, *канд. филос. наук*

Расширение геологических исследований до глобальных, планетарных масштабов, ставшее возможным только в условиях развернутой научно-технической револю-

³⁵ См.: Маркс К. и Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 20, с. 510.

ции, привело к ускорению процесса формирования геологии как научной дисциплины за счет выявления новых законов, имеющих фундаментальный характер.

Это стало возможным только благодаря широкому охвату территории земного шара геологическими исследованиями, выхода их за пределы Земли — в космическое пространство. Подобное расширение поля деятельности геологии привело к исключительно большому наплыву информации. Накопление эмпирических результатов различного порядка, относящихся к разным регионам и аспектам геологического исследования, делает необходимым обобщение имеющейся информации на основе общей, пронизывающей всю геологию идее. Кроме того, существует острая потребность в разработке теоретической геологии, в развитии ее понятийного аппарата и логики геологического исследования.

Поскольку геология является наукой исторической и вынуждена использовать методы исторических реконструкций, постольку использование в качестве основополагающей идеи, методологической базы таких категорий, как пространство и время, характерное для большинства естественных наук, далеко не всегда бывает в геологии плодотворным. В силу историзма геологии общей идеей может быть высказанная и убедительно обоснованная Б. М. Кедровым идея существования геологической формы движения материи. Использование ее с каждым разом становится более плодотворным и действенным, особенно в глобальных исследованиях и при создании теоретических концепций. Однако сравнивая результативность введения в геологию понятия геологической формы движения материи с результативностью аналогичных шагов в других науках, можно отметить, что в первом случае эффект оказался меньшим, чем ожидалось. Теоретическая и логическая структуры геологической науки в полной мере до сих пор еще не разработаны. В связи с этим имеется необходимость еще раз показать пути определения рассматриваемого понятия и проанализировать последнее в свете данных философии и естествознания.

Представление о геологической форме движения материи было введено Б. М. Кедровым в процессе анализа учения Ф. Энгельса о формах движения материи с учетом современных философских и естественнонаучных пред-

ставлений. Используя идею Ф. Энгельса о расщеплении (дивергенции — по терминологии Б. М. Кедрова) групп природы, форм движения материи в процессе их развития¹ на противоположные стороны или тенденции (по аналогии с раздвоением в живой природе), Б. М. Кедров выдвигает идею о дивергенции доорганической природы (физические и химическая формы движения материи) на органическую (биологическая форма движения) и неорганическую (геологическая форма движения)² природу.

Б. М. Кедров считает, что дивергенция в развитии природы начинается с того момента, когда возникает жизнь: «Начиная с химии, процесс развития, который до тех пор шел на стадии доорганической природы, поляризуется на ветвь органической и на ветвь неорганической природы. Первая ветвь развития, выйдя за пределы химии, вступает в область биологии, вторая ветвь, также выйдя за пределы химии, вступает в область геологии...»³. Далее он определяет геологическую форму движения материи как способ существования неорганических минеральных веществ в пределах отдельного космического тела⁴. При этом геологическая форма движения материи представляется как своеобразный синтез механической, химической и физических форм движения материи, осуществленный, в отличие от органической формы движения, не на основе сложных органических соединений, а на основе минеральных веществ и их разнообразных систем⁵. Таким образом, носителем геологической формы движения материи, согласно Б. М. Кедрову, является поверхность Земли, ее кора, «... то есть лито-гидро-атмосфера (геологические и географические яв-

¹ См.: Маркс К. и Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 20, с. 566.

² См.: Кедров Б. М. О соотношении форм движения материи в природе. — В кн.: Философские проблемы современного естествознания (Труды Всесоюзного совещания по философским вопросам естествознания). М., 1959, с. 137—211; Он же. О геологической форме движения в связи с другими ее формами. — В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М., 1963, с. 129—151; Он же. Предмет и взаимосвязь естественных наук. М., 1967; Он же. Энгельс и диалектика естествознания. М., 1970, с. 335—341.

³ Кедров Б. М. Предмет и взаимосвязь естественных наук, с. 395.

⁴ Там же.

⁵ Кедров Б. М. Энгельс и диалектика естествознания, с. 337.

ления)»⁶. Таковы философские соображения в пользу введения понятия геологической формы движения материи, высказанные Б. М. Кедровым.

Помимо подобных **общефилософских** соображений в пользу введения рассматриваемого понятия можно высказать и ряд соображений, имеющих методологический и общенаучный характер. К ним относится в первую очередь тот факт, что изучение геологических явлений на основе анализа элементов, составляющих структуру геологических явлений в виде их синтеза, но взятое каждое само по себе (физические, химические и др.), малопродуктивно, особенно в создании целостного представления об изучаемом явлении. В этом случае необходим диалектический синтез указанных элементов, что становится возможным в рамках представлений о геологической форме движения материи.

Земля как объект геологического изучения представляет собой чрезвычайно сложную многоуровневую систему с хорошо выраженными подсистемами. Наиболее «простой» уровень — физический — это сложная система с двумя подсистемами: полевой и вещественной. Первая является совокупностью различного рода полей: гравитационного, электромагнитного, ядерного и т. д. Эта подсистема тесно смыкается с вещественной, поскольку в известной мере обязана своим существованием именно ей. В свою очередь она определенным образом формирует вещественную систему, определяет ее изменение, развитие, движение в целом.

Вторая подсистема — вещественная — характеризуется механическим движением горных пород и геологических систем. Она составлена из минералов, горных пород, материков и т. п., а также земного шара как целого. Характеризуя вещественную подсистему, нельзя забывать, что Земля — космическое тело и космические факторы влияют на ее формирование и развитие.

Физический уровень смыкается с химическим и в определенном смысле входит в него. Химический уровень проявляется на уровне атомов, выступающих в то же время элементами вещественной подсистемы физического уровня. Земля на химическом уровне может рассматриваться и рассматривается как геохимическая система.

⁶ Кедров Б. М. Энгельс и диалектика естествознания, с. 336.

Физические условия определяют в значительной степени химическую картину Земли. Это связано с тем, что физические условия в недрах Земли существенным образом влияют на ход и виды химических реакций. С химической точки зрения наиболее важными представляются собственно химический состав вещественной подсистемы, химические реакции, определяемые физическими условиями (радиоактивностью, давлением, температурой, полями и т. д.).

Однако детальный анализ предлагаемых уровней не является целью нашей работы. Эта проблема требует особого рассмотрения. Нас же здесь интересует лишь взаимодействие этих уровней и их подсистем. Вышесказанное позволяет сделать вывод, что рассматриваемое взаимодействие имеет не «арифметический» характер, оно предстает перед нами как диалектическое, со своими специфическими сторонами, позволяющими отличать его от взаимодействия физического и химического в биологической форме движения материи. Эти соображения также показывают правомерность введения понятия геологической формы движения материи.

Важность выделения геологической формы движения материи видна и из того факта, что вся история геологии представляет собой борьбу между односторонними концепциями, которые создавались и создаются на основе изолированно взятой той или иной неорганической формы движения, противопоставленной другим факторам геологической эволюции. Кроме того, данное понятие может быть и явится общей основой наук о Земле — геофизики, геохимии, географии и т. д.

Некоторые авторы, соглашаясь с Б. М. Кедровым о существовании геологической формы движения, указывают на то, что из нее нельзя исключать такие существенные факторы, как органическая жизнь и влияние человеческого общества, принимающее глобальные размеры⁷. Эта проблема имеет большое значение в дальнейшем развитии учения о геологической форме движения материи и требует специального рассмотрения. Сейчас

⁷ Поспелов Г. Л. О характере геологии как науки и ее месте в естествознании. — «Известия АН СССР. Сер. геол.», 1960, № 11, с. 3—19; см. также статьи Е. В. Шандера, М. С. Потаповой, Н. С. Боганика, Ю. П. Трусова в кн.: *Взаимодействие наук при изучении Земли*.

лишь отметим, что социальная и биологическая формы движения материи, оказывающие, конечно же, существенное влияние на развитие геологической формы движения, не отрицают самостоятельности последней, но лишь подчеркивают ее. Но нельзя и забывать, что эти формы движения стали возможны при существовании геологической формы, и пока нет никаких данных, которые свидетельствовали бы о возможности их существования вне какой-либо опоры на геологические аспекты движения ⁸. Социальная и биологическая формы движения материи выступают как геологические агенты, но они не составляют геологическую форму движения материи хотя бы в качестве уровней. Соотношение этих форм движения аналогично в некоторой степени соотношению биологической и социальной форм с механической. Аналогия прослеживается в том, что эти формы также участвуют в механическом движении и даже управляют им в космических масштабах, т. е. также являются механическими агентами, но не представляют собой уровней механической формы движения, не входят в его структуру.

Известно, что исследование геологических процессов развивалось в основном в направлении описания и систематизации картины геологического движения и строения. Понятно, что это было обусловлено в первую очередь сложностью и грандиозностью исследуемого объекта. Вместе с тем такой подход вызван был и недостаточно удовлетворительной разработанностью методологии геологической науки. В геологии до сих пор нет не только четкой постановки и систематического решения задачи выявления ее законов, но и самого определения категории закона. Однако, анализируя выясненные к настоящему времени науками о Земле закономерности, можно в современной научной картине строения и развития Земли вычленивать такие инвариантные черты, которые с полным правом должны иметь статус законов геологии. Это прежде всего важнейшие общие черты строения земного шара и системы эндогенных и экзогенных процессов, представляющих геологический круговорот веществ

⁸ Здесь геологические аспекты движения характеризуют не только Землю, но и все космические объекты, которые можно описывать этими факторами (космогеология).

ва. В данной связи идея геологической формы движения материи, понимаемой как структура системы планетарных процессов, имеет актуальное методологическое значение, поскольку непосредственно нацеливает на выявление системы основных законов геологии.

Сказанное, таким образом, подтверждает правомерность введения понятия геологической формы движения материи, его актуальность и методологическую значимость.

СИСТЕМАТИКА НАУК О ЗЕМЛЕ (ПРИНЦИПЫ)

Ю. Н. КАРОГОДИН, *д-р геол.-мин. наук*

Определение места той или иной науки среди других, родственных ей, и взаимоотношений с ними имеет не только теоретическое, но и большое практическое значение. Существует немало схем взаимоотношений и классификации наук о Земле¹. Нередко это очень сложные схемы, в которых «нет никаких классов», а есть лишь перечень большого числа наук и научных направлений (учений), «различным образом связанных между собой»². В такие схемы часто включают физику, химию и другие науки, явно не геологического цикла. Порой геологию изображают в виде дерева с могучей кроной и невероятно сложным переплетением ветвей — наук на нем³. По подсчетам некоторых исследователей, число наук в составе геологии приближается примерно к 200. При этом «отсутствует ясно осознанное представление о всех «вертикальных», «горизонтальных» взаимоотношениях между подразделениями в составе науки как целого»⁴.

Следует отметить, что многие, в том числе ведущие, геологи с большим сомнением относятся к возможности

¹ Апродов В. А. Классификация наук о Земле в связи с геологическими формами движения материи. — В кн.: Жизнь Земли. М., 1964, с. 24—27.

² Шарпов И. П. Логический анализ некоторых проблем геологии. М., 1977.

³ Малахов А. А., Колосницын В. И. О классификации наук геологического цикла. — В кн.: Философские вопросы геологии. Свердловск, 1967, с. 23—33.

⁴ Боровиков А. М. Математизация геологии — ее методик или методологии? — В кн.: Пути познания Земли. М., 1971, с. 123.

систематизировать науки о Земле, считая эту задачу трудной, а процедуру — длительной⁵, а «в большинстве руководств по общей геологии классификация наук заменена их перечислением»⁶.

В столь сложной ситуации важнейшим моментом является обсуждение принципов самой систематики, а не каких-либо частных схем. При решении этого вопроса важнейшим и исходным является определение объекта и предмета науки. От этих определений во многом зависит ход рассуждений и классификация. Классификация любых объектов, в том числе и наук, осуществляется на основании наиболее существенных признаков. Такими могут быть признаки, входящие в качестве главных в определение.

В большинстве учебников и справочников предметом исследования геологии считается история развития и происхождения Земли или земной коры. Так, в последнем издании «Геологического словаря»⁷ указывается, что с середины XIX в. геология начала формироваться как «наука об истории Земли и земной коры». Именно поэтому геология считается наукой исторической.

Однако геологи наблюдают и исследуют прежде всего не процессы, не историю, а геологические тела с различной степенью сложности организации и только потом, на основании исследования вещества и структуры этих тел, реконструируют процессы, историю их образования и преобразования. Следовательно, объектом исследования геологии являются тела.

Вслед за Б. М. Кедровым в последние годы получило довольно широкое распространение представление о том, что эти тела являются телами-носителями особой геологической формы движения материи и в совокупности представляют геологический уровень организации материи (УОМ). Многие исследователи геологическую форму движения считают самостоятельной (В. А. Апродов, Г. П. Горшков, И. Ф. Зубков, А. И. Игнатов, Ю. Н. Карогодин, Г. Ф. Крашенинников, И. В. Круть, Е. А. Куражковская, М. М. Одинцов, Г. Л. Пospelов, М. С. По-

⁵ Белоусов В. В. Пути развития наук о Земле. — В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М., 1964, с. 11—24.

⁶ Апродов В. А. Классификация наук о Земле..., с. 34.

⁷ Геологический словарь. М., 1973, с. 143.

тапова, Ю. П. Трусов, В. Е. Хаин, Р. Ф. Черкасов, Е. В. Шанцер и др.). Однако некоторые геологи (Ю. Г. Леонов, И. В. Назаров, Е. К. Федоров и др.) категорически отрицают ее существование. Так, например, Е. К. Федоров полагает, что выделение планетарной и геологической форм движения материи является искусственным построением⁸. «... Науки о Земле не имеют своим предметом особые специфические формы движения материи»⁹. Кроме того, ряд исследователей осторожно, косвенно отрицают ее право на существование.

Вместе с тем среди признающих данную форму движения намечается три довольно существенно отличающиеся по своим представлениям группы.

По мнению одних, геологическая форма движения присуща Земле как планете (Г. Л. Поспелов, Г. П. Горшков, М. М. Одинцов, Е. В. Шанцер, А. И. Игнатов, Ю. П. Трусов и некоторые другие). Поэтому они считают более правильным говорить о планетной, или планетарной, форме движения, а не о геологической. Так, А. И. Игнатов утверждает, что «правильно определять геологию как науку, изучающую общие закономерности планетарной формы движения, то есть процессов, определяющих существование планет, как самостоятельных, качественно специфических природных тел»¹⁰.

Более обоснованной нам кажется точка зрения Б. М. Кедрова¹¹, Е. А. Куражковской¹², В. Е. Хаина¹³,

⁸ Федоров Е. К. Некоторые проблемы развития наук о Земле. — В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М., 1964, с. 38.

⁹ Там же, с. 40.

¹⁰ Игнатов А. И. Некоторые вопросы классификации форм движения материи и определение предмета соответствующих наук. — В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли, с. 158.

¹¹ Кедров Б. М. Формальные и диалектические принципы классификации и общая структура научного знания. — В кн.: Диалектика и логика. Формы мышления. М., 1962, с. 271—310; Он же. Предмет и взаимосвязь естественных наук. М., 1967.

¹² Куражковская Е. А. О классификации форм движения материи и месте в ней геологической формы. — «Вопр. философии», 1964, № 12, с. 127—136; Она же. К вопросу о геологической форме движения материи. — В кн.: Философские вопросы геологических наук. М., 1967.

¹³ Хаин В. Е. Направленность, цикличность и неравномерность развития земной коры. — В кн.: Строение и развитие земной коры. М., 1964, с. 13—28.

В. А. Апродова¹⁴, И. Ф. Зубкова¹⁵ и других исследователей, связывающих возникновение геологической формы движения с определенным этапом развития планет, которая, по выражению В. А. Апродова, локализуется в земной коре и в верхней мантии, или в той части, которую А. Ф. Капустинский¹⁶ называет перисферой Земли. Именно эта сфера и протекающие в ней процессы подчиняются известным нам законам химии, и именно она является сферой нормального химизма, только «в ней развиваются те подчиняющиеся обычным законам кристаллохимии и кристаллофизики многообразные превращения материи, которые приводят к образованию выходящих на поверхность Земли горных пород, руд и минералов»¹⁷. Более глубокие сферы — интерсфера и центрисфера — и процессы, протекающие в них, подчиняются совершенно иным законам. Перисфера, вероятнее всего, характеризуется «вырожденными» химическими свойствами, обусловленными «вдавленными» электронами. Центрисфере (2900—6370 км) А. Ф. Капустинский считает зоной «нулевого» химизма.

Вероятно, все-таки малообоснованно относить все эти сферы со столь различными свойствами и законами к одному уровню организации материи. Нам представляется, что геологический уровень организации материи возникает в процессе развития планетарного уровня на определенном этапе, связанном с формированием верхней мантии и земной коры (перисферы). Важнейшую роль в образовании тел этого уровня играет взаимодействие гидро-, атмо- и биосферы с литосферой. Менее обоснованной нам кажется точка зрения В. А. Апродова¹⁸, Н. П. Ермакова¹⁹ и некоторых других о наличии

¹⁴ Апродов В. А. Тектогенез как проявление геологической формы движения материи.— В кн.: Философские вопросы геологических наук. М., 1967, с. 94—107.

¹⁵ Зубков И. Ф. Спорные теоретические вопросы наук о Земле.— «Вопр. философии», 1963, № 7, с. 124—130.

¹⁶ Капустинский А. Ф. К теории Земли.— В кн.: Вопросы геохимии и минералогии. М., 1956, с. 37—71.

¹⁷ Там же, с. 61.

¹⁸ Апродов В. А. Тектогенез как проявление геологической формы движения материи.

¹⁹ Ермаков Н. П. Об основной минеральной и геологических формах движения материи на Земле.— В кн.: Сборник музея земледения. М., 1961, № 1, с. 7—23.

нескольких геологических форм движения материи, «соответствующих нескольким способам развития вещества земной коры». Безусловно, представление о геологической форме движения материи, как и всякая новая идея, будет уточняться, углубляться и расширяться. Какой бы конечный вид ни приняла эта идея, она должна оказать весьма плодотворное влияние на развитие теоретической мысли в геологии.

Таким образом, тела, являющиеся объектом исследования геологии, целесообразно ограничить земной корой и перисферой. В целом же Земля как природное тело является объектом исследования другой науки — геонмии²⁰.

Прежде чем разделить совокупность геологических наук по интересующим нас признакам и попытаться распределить их по классам, необходимо их сгруппировать. Если геология — наука о телах, то прежде всего необходимо сгруппировать тела. Мир геологических тел, даже ограниченный интерсферой и земной корой, многолик и разнообразен. Как, с помощью какого метода-инструмента обнаружить в нем упорядоченность, выявить группы родственных объектов? Для этого можно воспользоваться *принципом субординации*, ибо в пределах «одного уровня организации объекты образуют накапливающиеся или кумулятивные слои (структурные уровни)»²¹. Указанный принцип позволяет, как отмечает Б. М. Кедров, «выводить одну форму движения из другой, высшую из низшей...»²², или, говоря иными словами, один уровень структуры из другого, высший из низшего. Нам не известна работа, в которой бы принцип субординации был сформулирован в явном виде, хотя из работ Ф. Энгельса, Б. М. Кедрова, В. И. Драгунова, И. В. Крутя и других содержание его ясно. Предварительная формулировка этого принципа применительно к рассматриваемому нами вопросу может быть следующей: природные тела-системы любого уровня организации (или структуры) состоят из элементов, представляющих собой тела-системы предыдущего уровня организации (или

²⁰ Круть И. В. Введение в общую теорию Земли. М., 1978.

²¹ Круть И. В. Исследование оснований теоретической геологии. М., 1973, с. 57.

²² Кедров Б. М. Предмет и взаимосвязь естественных наук. М., 1967, с. 188.

структуры). Следовательно, природное тело-систему, как справедливо замечает В. И. Драгунов²³, невозможно расчлениить на элементы, не «спустившись» уровнем организации (структуры) ниже.

Чтобы отличить терминологически организацию объектов основных уровней материи от организации внутри нее, условимся в первом случае говорить об *уровнях организации* (УО), а во втором — об *уровнях структуры* (УС) внутри данного уровня организации, как это принято у И. В. Крутя²⁴, а в случае еще более дробных делений — о *субуровнях структуры* (СУС). Условность определений, так же, как и необходимость различения стоящих за ними понятий, очевидна. Совершенно ясно, что в дальнейшем исследователям не обойтись этими тремя соподчиненными понятиями и необходимо будет разработать их систему.

Почти общепринятым является представление о том, что наиболее «низким» («простым») уровнем структуры (УС) тел геологического уровня организации материи является уровень *минералов*. Но каждый УО и УС имеют свои тела-носители. Телами-носителями минерального УС являются минеральные индивиды, минеральные зерна, наиболее распространенными среди которых являются кристаллы. Хотелось бы этот момент подчеркнуть особо. *Существует абстрактное понятие УО (или УС) и «конкретные» тела-носители («выразители») этого УО (или УС).* Минеральный УС — это понятие уровня организации вещества, а телами-носителями данного уровня являются минеральные зерна, кристаллы и т. д.

Ассоциация минералов образует следующий, *породный*, литологический УС. Понятие породы, как и минерала, является «уровневым». *Порода — не тело.* Породы образуют различные тела. Для осадочных пород наиболее широко распространенным телом-носителем породного УС является *породный слой*. В этой связи небезынтересна мысль Ф. Ю. Левинсона-Лессинга о двойственном характере горных пород: «с одной стороны — это минеральные агрегаты (виды), а с другой — это геологи-

²³ Драгунов В. И., Айнемер А. И., Васильев В. И. Основы анализа осадочных формаций. Л., 1974.

²⁴ Круть И. В. Исследование оснований теоретической геологии.

ческие тела (системы), из которых построена земная кора»²⁵.

Сознательно или интуитивно пользуясь принципом субординации, большинство геологов вполне правомерно выделяют ассоциации пород в уровень структуры, названный *формационным*. Это более «развитый», более «высокий» уровень структуры, чем два предыдущих, поэтому вполне обоснованно предположение Б. М. Кедрова о том, что в геологии основным понятием будет «геологическая формация», подобно тому как для физики таким понятием служит «форма энергии», для химии — «химический элемент», для биологии — «вид» и т. д.²⁶ Однако, как в предыдущих случаях, необходимо различать понятия класса объектов, уровня их структуры и сами тела-носители (представители) этого УС. Телами-носителями формационного УС будут самые различные комплексы (ассоциации) породных тел. Если на предыдущем, породном УС наиболее распространенными, как отмечалось выше, являются слои, то логично предположить, что комплексы (ассоциации) породных слоев будут наиболее распространенными телами-носителями надпородного, формационного УС.

Следует отметить, что называть формационным уровнем структуры надпородный уровень тел не совсем правильно. Если это формационный уровень, то его телами следует считать формации. Однако простую, элементарную, ассоциацию породных тел типа единичного (и даже не единичного) флишевого, мелассового, угольного многослоя, варвы и т. д. не назовешь формацией. Вместе с тем это тела явно не породного, а надпородного уровня структуры, в организации которых принимают участие, как минимум, две породы или их разновидности. К тому же, как уже неоднократно отмечалось многими исследователями, термин «формация», получивший столь широкое распространение и ставший модным, весьма и весьма неоднозначен.

За рубежом, как известно, он используется совсем в ином значении — в качестве термина литостратиграфических подразделений и близок по значению нашему тер-

²⁵ Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Петрография. Избр. труды, т. IV. М., 1955, с. 23—24.

²⁶ Кедров Б. М. Предмет и взаимосвязь естественных наук, с. 417.

мину «свита». Мы понимаем всю безнадежность предложения заменить столь укоренившийся термин как *формация*, тем не менее другого выхода нет. Вероятно, более точный, ориентирующий термин для тел надпородного уровня структуры не сразу будет найден, но поиски его нужно вести. Прежде всего возникает необходимость в самом общем термине, отражающем данный уровень структуры, а затем в более частных. Если наиболее низкий уровень принято называть минералогическим, а следующий — породным или литологическим, то надпородный можно предложить называть *литмологическим*, а тела этого уровня — литмитами. В таком случае группы наук, объектом исследования которых будут геологические тела трех вышеназванных уровней структуры, образуют следующий усложняющийся ряд: *минералогия* → *литология* и *петрология* → *литмология* (эндо- и экзолитмология). Принцип субординации позволяет предполагать существование тел еще нескольких уровней структуры. Наиболее очевидным является уровень сфер. Науку, изучающую тела данного уровня, можно условно назвать *геосферологией* (схема 1).

Таким образом, используя принцип субординации в понимании Ф. Энгельса, геологические науки можно объединить (сгруппировать) в четыре основные группы ²⁷.

Следующая процедура в цикле систематизации наук — поиски и выбор основания, дифференциальной характеристики классификации, т. е. отыскание главного (существенного) признака (или признаков) деления сгруппированных наук. Этот признак должен выбираться с учетом объекта исследования, его специфики. Объектом исследования, как уже отмечалось выше, являются тела различных уровней структуры.

В качестве существенного признака основания классификации наук всех четырех групп может быть взят принцип *триединой структуры знания* природных объектов, в том числе геологических тел. Основными аспектами знаний о геологических телах являются следующие знания: 1) *вещества*, 2) *структуры* тел, 3) *процесса, генезиса*.

²⁷ В дальнейшем их, видимо, будет больше, но, тем не менее, ограниченное количество.

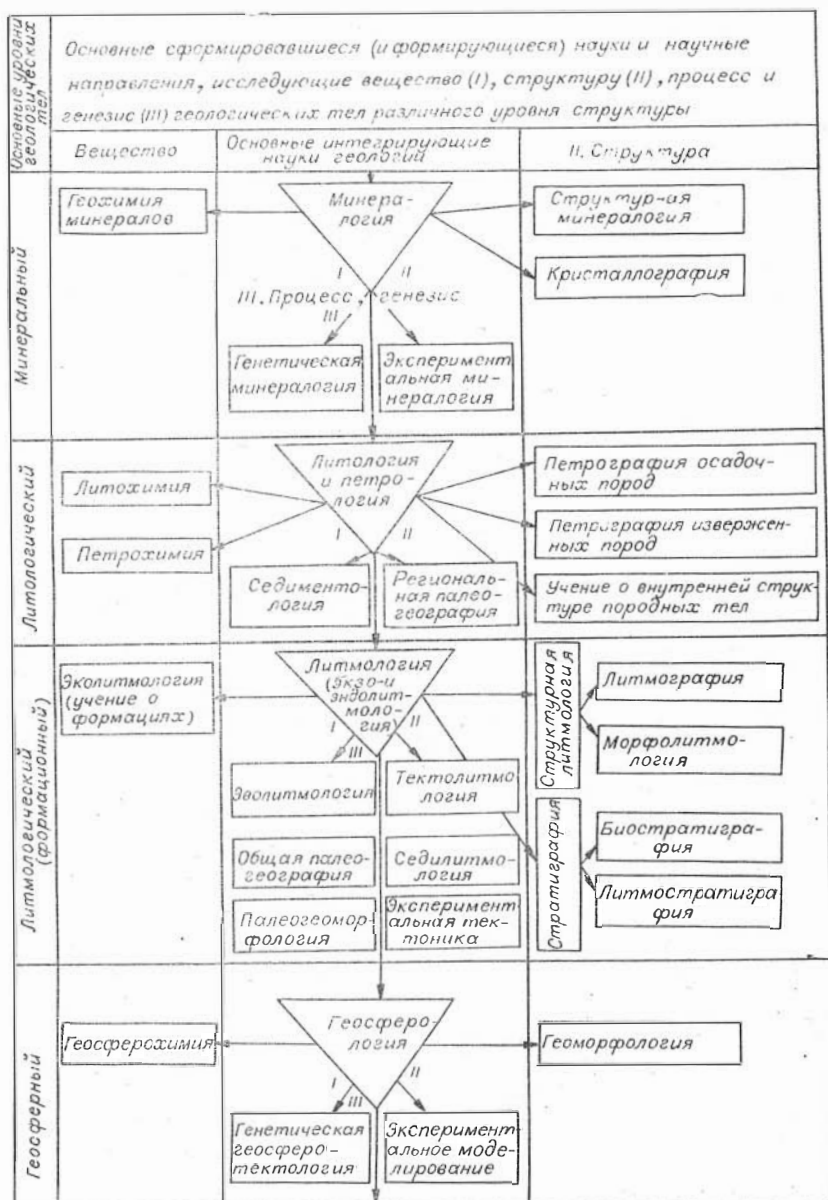


Схема 1. Схема субординации и взаимосвязи основных интегрирующих наук геологии и самостоятельных наук в их составе.

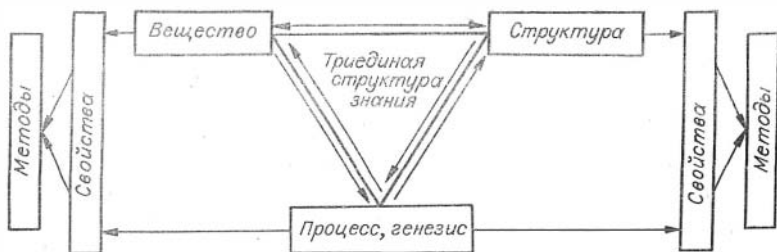


Схема 2. Схема взаимоотношений основных групп наук геологии.

Некоторые исследователи самостоятельным аспектом исследования тел различного уровня структуры считают наряду с исследованием вещества и структуры также исследования свойств тел²⁸. Это неверно, так как свойствами обладают и вещество, и структура, и процесс. Триединую структуру знания, три главных аспекта для наглядности можно изобразить в виде треугольника (см. схему. 1 и 2). Однако исследования *вещества* и *структуры* могут осуществляться одновременно и в определенной степени независимо друг от друга. Это начальные этапы исследования, поэтому их можно поместить на одном уровне в вершинах треугольника, подчеркнув тем самым их одновременность и относительную независимость. *Процесс* логичнее расположить «уровнем ниже», в нижней вершине треугольника. Только на основании исследования вещества и структуры мы можем судить о процессах образования (и преобразования) вещества и структуры (внутренней и внешней) геологических тел. Такое соотношение основных аспектов исследования, их определенная последовательность представляются настолько важными, что могут быть провозглашены в качестве самостоятельного принципа *последовательности*. Его несоблюдение, нарушение в познавательном цикле ведут к серьезным осложнениям и последствиям, к постановке наводящих современную геологию неразрешимых, тупиковых задач, на «решение» которых тратятся огромные материальные средства и интеллектуальные ресурсы.

²⁸ См., например: **Формы геологических тел.** Терминологический справочник. М., 1977.

Таким образом, каждая из основных (четырёх) интегрирующих наук геологии будет содержать по три главных «класса». Какова же схема взаимоотношения наук, научных направлений, объектом исследования которых являются свойства и методы? Свойствами, как уже отмечалось, обладают и вещество, и структура, и процесс, поэтому можно отразить эти связи, поместив слева и справа от треугольника науки, исследующие свойства. Так как свойства познаются различными методами, на схеме взаимоотношения слева и справа следует поместить методы наук (науки — методы).

Таково взаимоотношение основных и «производных» классов наук на каждом уровне (см. схему 2). Понятия *науки* (интегрирующей, основной и т. д.) и *метода* относительные, и часто происходит их смешение. То, что является наукой на одном, низшем уровне, на более высоких уровнях становится методом — нередко сквозным. Так, минералогия, будучи одной из основных интегрирующих наук геологии, для наук литологического и литомологического уровней выступает в качестве метода. Химия и физика являются фундаментальными науками на химическом и физическом уровнях, а для наук других (более высоких) уровней они выступают как мощные методы в виде геофизики, геохимии, биохимии и т. д. Непонимание этого привело к острой полемике о роли геохимии и геофизики, взаимоотношении их с геологией и т. д.

Например, М. С. Потапова в ходе такой полемики писала: «Приходится слышать высказывания, будто понятие о геологии как науке об истории Земли давно стало архаизмом, что единственными теоретическими науками о Земле являются геофизика, геохимия и т. п.»²⁹ Непонимание взаимоотношения науки и метода приводит к утверждениям о том, что в современном процессе развития наук о Земле «новые науки» теснят «старые» и постепенно занимают их область. Так, в настоящее время геофизика твёрдой Земли, по существу, теснит геологию и географию. Не исключено, что «решение основных задач, которые всегда ставила перед собой геология как в области познания структуры земного шара, так

²⁹ Потапова М. С. Геология как историческая наука о природе. — В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М., 1964, с. 119.

и в области поисков полезных ископаемых перейдет постепенно к геофизике и геохимии»³⁰.

Один из ведущих тектонистов В. В. Белоусов утверждает, что «вместо единой науки о Земле, на роль которой претендовала первоначально геология, оказались три науки о Земле — геология, геофизика и геохимия»³¹. Понимание соотношения науки и метода — это и понимание распределения материальных ресурсов и творческих сил, соотношения в подготовке специалистов, организации науки, служб информации и т. д. Метод, каким бы он ни был совершенным, прогрессивным и мощным, остается «слугой» науки. Подмена науки методом чревата серьезными последствиями. Сейчас, на наш взгляд, это соотношение нарушено в геологии. Доказательством может быть существование институтов с названиями науки и метода (например, Институт тектоники и геофизики). Рано или поздно «действующие лица» все равно окажутся на своих местах. Однако неверная их расстановка, неправильная оценка соотношения метода и науки, безусловно, тормозят развитие науки³².

Большинство наук минералогического уровня уже сформировалось. Именно определенная зрелость наук одного уровня является объективной причиной рождения наук следующего уровня и интегрирующей науки — литологии, которая в самое последнее время получила бурное развитие. На литологическом уровне нет только науки, предметом исследования которой была бы внутренняя структура тел породного уровня. Такая наука, аналогичная структурной минералогии, должна обязательно возникнуть. Развитие, зрелость литологии в свою очередь способствовали и формированию интегрирующей науки и ее составляющих следующего надпородного уровня — литомологии³³. Многие науки этого уровня,

³⁰ Федоров Е. К. Указ. соч., с. 46—47.

³¹ Белоусов В. В. Указ. соч., с. 17.

³² Мы, безусловно, удивились бы, прочитав, например, такое название: «Институт математики и дифференциальных исследований» — т. е. название науки и метода. В геологии же подобные названия очень часты и не вызывают удивления и протеста.

³³ На семинаре по цикличности и стратиграфии в г. Таллине (июнь 1978 г.) в устной беседе И. Б. Вассоевич вместо термина «литмит» предложил «литом», а вместо науки «литмология» — «литомологию». Видимо, время покажет, какой из предлагаемых тер-

предметом исследования которых являются вещество, структура и процесс, уже зародились. Ряд из них возник стихийно, неосознанно, в силу насущной потребности. И здесь наблюдается, как очень верно подметил И. Ф. Зубков, борьба «старых» и «новых» наук за «место под солнцем». «Нередко „молодые“ науки выступают с необоснованными претензиями на области, им не принадлежащие; старые же науки упорно не хотят отдавать принадлежащие им лишь по праву давности владения, делами которых они, как правило, занимались лишь при случае, мимоходом. Происходят „тяжбы“ и „распри“ и за „ничейную“ землю, за пограничные области между смежными науками (споры относительно геофизики, физической химии, биофизики и др.)»³⁴.

Подобная картина «борьбы» наблюдается между существующими и только что родившимися науками, исследующими различные аспекты геологических тел надпородного уровня структуры.

В составе литмологии одно из главных мест должно принадлежать науке, предметом исследования которой должно быть вещество, законы его композиции, образования и преобразования (схема 3). Этот аспект пока, по существу, «обслуживается» науками предыдущих уровней: минералогией, петрографией осадочных пород, петрохимией, литохимией. Вещественный аспект так называемого учения о формациях («формациологии») и есть, как нам кажется, во многом еще не осознанный, интуитивный поиск законов композиции вещества слоевых ассоциаций. Именно эту задачу логично, как нам представляется, считать главной в учении о формациях. В таком понимании, а не всеобъемлющем, расплывчатом, оно получит обоснованные права научного «гражданства» и свое четкое место среди геологических наук. В этой связи нельзя, конечно, согласиться с высказываниями В. И. Попова и некоторых других исследователей о том, что литология — наука об осадочных формациях. Литология — наука об осадочных породах, как правильно отмечает

минов приживется, а может быть, появится новый, более удачный термин. Важно, что осознана необходимость в интегрирующей науке и ее названии, объектом исследования которой являются геологические тела-системы надпородного уровня структуры.

³⁴ Зубков И. Ф. Объект и предмет геологии. — В кн.: Философские вопросы геологических наук. М., 1967, с. 41.

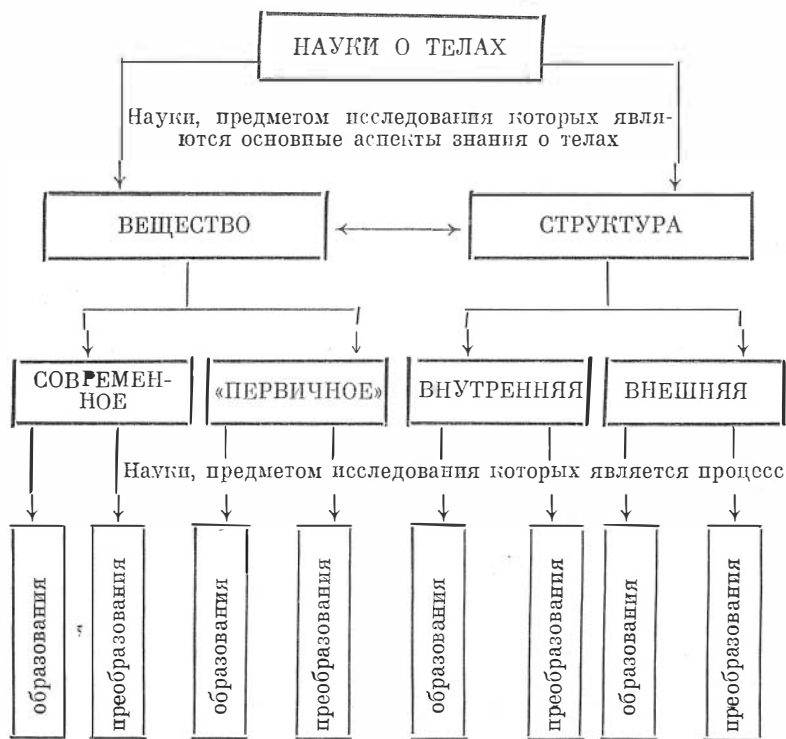


Схема 3. Трехединая структура знания и главные аспекты его исследования.

С. И. Романовский³⁵, вслед за Л. Б. Рухиным³⁶ и другими.

Претензии формациологии быть интегрирующей, «фундаментальной» наукой геологии также необоснованны.

Однако за наукой, предметом исследования которой было бы вещество и законы композиции тел надпородного уровня, нельзя сохранить название формациологии, или учения о формациях. Выше уже отмечалось, что формациями принято называть некие крупные тела, состоящие

³⁵ Романовский С. И. Седиментологические основы литологии. Л., 1977.

³⁶ Рухин Л. Б. Основы литологии. М., 1969.

из элементарных слоевых ассоциаций (литмитов, циклитов, циклотем), по не сами элементарные тела-ассоциации. Причем принципы выделения тел-формаций не ясны, нечетки. Каждый исследователь выделяет формации на свой вкус и лад (по цвету, минералогическому или химическому составу, тектоническому режиму, полезному компоненту, фациальной принадлежности и т. д.). На базе формациологии должна возникнуть новая наука о породных сообществах, их разнообразии и взаимоотношении. Назовем ее условно *эколитмологией*, определив как такую науку геологии (или, точнее, литмологии), предметом исследования которой является вещественный состав, законы его композиции и эволюции в литмитах (циклитах) различного типа, ранга и возраста.

Структурный аспект должен быть и является по существу предметом исследования нескольких наук, так как исторически сложилось (и в этом есть определенная логика), что внешняя структура и внутренняя — это самостоятельные подаспекты (см. схему 3), а пространственно-временные взаимоотношения внутри и между телами — еще один аспект исследования (см. схему 1). Однако эти направления, видимо, должна объединить общая, интегрирующая наука, предметом изучения которой была бы структура тел вообще.

Назовем условно такую науку *структурной литмологией* (СЛ), а внутри нее выделим *морфолитмологию*, предметом исследования которой является внешняя структура, форма литмитов (циклитов). Совершенно очевидно, что в СЛ должна входить наука, предметом исследования которой была бы внутренняя структура литмитов (циклитов), законы структурной композиции. Назовем (также условно) эту науку *литмографией*.

Стратиграфия, в рассматриваемой структуре и взаимосвязи наук, на наш взгляд, призвана исследовать один из важнейших вопросов структурного аспекта — пространственно-временные взаимоотношения. Эта область знания (стратиграфия) включает, как минимум, три части (направления): *биостратиграфию*, *литмостратиграфию* и *хроностратиграфию*. Из названных наук новой является *литмостратиграфия*, предметом исследования которой являются пространственно-временные отношения литмитов (циклитов) и их элементов, иерархия, таксономия и номенклатура.

Все более и более очевидным становится, что восстановление генезиса процесса формирования седиментационных циклитов — также самостоятельный аспект исследования. Процессом и генезисом тел надпородного уровня структуры занимаются *палеогеография* и *геоцикличность*. Последняя, применительно к осадочным образованиям, включает в себя *седиментационную цикличность*, предметом исследования которой являются процессы *образования* породно-слоевых систем (циклитов). Однако существуют и циклы *преобразования* этих систем. Такими циклами должно заниматься одно из направлений геоцикличности в составе тектоники. Следовательно, *геоцикличность* — это наука (или научное направление) геологии (точнее, литмологии), предметом исследования которой являются геологические циклы, их природа, систематика и эволюция в геологической истории.

Седиментационная цикличность — раздел геоцикличности, предметом исследования которого являются процессы образования, генезис седиментационных циклов, их разнообразие, взаимоотношение и эволюция во времени (и пространстве). Из схемы субординации геологических тел³⁷ видно, что циклиты — это не самый высокий уровень структуры геологических тел. Следовательно, в составе геологии должны со временем появиться новые науки. На нашей схеме условно показана в качестве одной из таких наук будущего «геосферология» (см. схему 1). Геоморфология, вероятно, — одна из наук, недавно зародившихся и успешно формирующихся. Видимо, пока литмология не достигнет определенного уровня развития, зрелости, не может родиться в качестве самостоятельной и наука следующего уровня. Понимание структуры науки и законов ее развития позволит ускорить развитие и рождение новых наук и научных направлений. Методолог в этом случае выступает в роли «повивальной бабки», способствующей рождению новых наук. Его рекомендации могут оказать существенное влияние на распределение средств на развитие науки и подготовку научных и технических кадров, необходимых не только сегодня, но и в будущем.

Литмология и ее новые разделы не могли возникнуть

³⁷ Карогодин Ю. Н. Понятийно-терминологическая база седиментационной цикличности. Новосибирск, 1978.

намного раньше (хотя ростки их и начали пробиваться более ста лет назад), ибо литология как синтезирующая наука о телах предыдущего уровня стала достаточно развитой совсем недавно и продолжает бурно развиваться сейчас. На наших глазах (20—25 лет назад) прошли острые дискуссии, возникли научные школы, новые направления, создан специальный журнал «Литология и полезные ископаемые», опубликованы интересные методические и теоретические работы С. И. Романовского³⁸, Ю. П. Казанского³⁹ и т. д. Эти и другие признаки свидетельствуют о наступлении поры зрелости науки, а значит, и возможности зарождения новых наук как внутри (на одном уровне), так и вне ее, т. е. на следующем уровне. Литология и ряд ее наук делают первые «детские» шаги и им свойственны все «детские болезни», а потому еще нужна помощь «родителей» (литологии с ее науками), да и «бабушка» с «дедушкой» (минералогия с ее науками) еще долго будут им, как и литологии в целом, полезны.

Изложенные представления дают нам основание не согласиться с существующей оценкой геологии, с господствующими представлениями о ней и о ее определениях. Прежде всего мы не разделяем представления многих исследователей о том, что в геологии нет теорий, нет своих законов, что это, по крылатому выражению Дж. Бернала, скорее «графия, чем логия», а некоторые вообще считают эту отрасль знания лишь неким конгломератом фактов и наблюдений. В частности, существует следующее мнение: «Ввиду того, что многие разделы геологии не имеют собственных законов (есть лишь законы, заимствованные у физики, химии и других наук), эту науку нельзя назвать полноценной, зрелой, сформировавшейся». «... В понятийной базе геологии царит большой хаос...», поэтому «геология занимает пограничную полосу между областью научного и областью обыденного знания, но с некоторой долей условности мы считаем ее наукой». Сейчас ей присуще состояние стагнации, которое через 15—20 лет «приведет к кризису и произойдет научная революция»⁴⁰. При этом под революцией в геологии

³⁸ Романовский С. И. Указ. соч.

³⁹ Казанский Ю. П. Седиментология. Новосибирск, 1976.

⁴⁰ Шарапов И. П. Геологические теории в свете методологии. — В кн.: Геоцикличность. Новосибирск, 1976, с. 34; Он же. Логический анализ некоторых проблем геологии, с. 135, 10, 133.

автор понимает «ломку структуры науки и замену старых концепций новыми»⁴¹. С данными выводами мы не можем согласиться. Коренная ломка происходит при социальных революциях, и в том числе научных. Однако развитие общества и науки, их эволюционные и революционные фазы имеют некоторые отличия, одно из которых заключается в преемственности.

Существенным тормозом развития геологии, как отмечалось выше, являются господствующие представления об объекте, предмете, целях и задачах геологии. Исходя из вышесказанного, можно дать следующее определение этой науки. *Геология* — это наука прежде всего о *природных телах* (земной коре и верхней мантии, т. е. геологическом уровне организации) различного уровня структуры, их вещественном составе, структуре (внутренней и внешней), свойствах, процессах (формирование и перестроение), систематике и эволюции в геологической истории Земли.

Таким образом, геология развивается закономерно, направленно, непрерывно-прерывисто, «ступенчато», от исследования простых тел ко все более сложным, «высокоорганизованным», от внешних форм к внутренней структуре. Она далека еще от завершения своего формирования. Раскрытие законов строения земной коры и Земли в целом, их развития может оказать существенную помощь и ускорить процесс становления геологии, разумно и целенаправленно использовать интеллектуальные материальные ценности. Все это не может не сказаться положительно на практической отдаче, на развитии уровня прикладных наук.

Мы рассмотрели взаимоотношение теоретических наук геологии. Теории, законы подавляющего большинства наук так или иначе, рано или поздно используются на практике, т. е. имеют прикладной аспект. Геология — одна из самых практических наук, вызванная к жизни практикой и все возрастающими потребностями общества в минеральном сырье. Этими потребностями порождена большая группа прикладных практических наук геологии: инженерная геология, шахтная геология, геология

⁴¹ Шарапов И. П. Геологические теории в свете методологии. — В кн.: Геоцикличность. Новосибирск, 1976, с. 34; Он же. Логический анализ некоторых проблем геологии, с. 135, 10, 133.



Схема 4. Деление геологических наук по основным целям исследования.

нефти и газа, угля и т. д. Каково их место и взаимоотношение в рассмотренной схеме? Исходя из сформулированного выше определения геологии, весь комплекс геологических наук можно разделить на два подкомплекса: теоретический и прикладной. Первый — это науки о телах и второй — знания об использовании тел, их полезных компонентов (и свойств), закономерностях размещения, условиях формирования, поисках, разведке и эксплуатации. Вторые науки формируются параллельно с первыми, на каждом уровне структуры (минералогическом, литологическом, литмологическом). Их специфика зависит от уровня и природы тел. По генезису последние могут быть разделены на науки об эндогенных и экзогенных телах, а также смешанные — эндо- и экзогенные (схема 4).

Таким образом, исходя из представления о геологии как науке о телах и используя принцип системности, положив при этом в основу группировки наук принцип субординации, а в основу деления — принцип триединой структуры знания, удалось представить науки геологического комплекса в виде единого макета архитектурного ансамбля с основными «несущими колоннами», главными и подсобными «помещениями» и т. д. Кроме того, появилась возможность прогнозировать появление новых наук на различных «этажах» (уровнях), что также немаловажно для организации науки, планирования исследований и подготовки кадров.

Вероятно, это не единственно верный путь систематизации геологических наук, но нам он видится таким.

Раздел II

ПРОБЛЕМА ВРЕМЕНИ В ГЕОЛОГИИ И ПАЛЕОНТОЛОГИИ НЕКОТОРЫЕ ФИЛОСОФСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ВРЕМЕНИ

К. В. СИМАКОВ, *канд. геол.-мин. наук*

1. Основные подходы к изучению геологических объектов и роль временных представлений

В соответствии с современными представлениями о внутренней структуре геологии и логикой познания сущности геологических явлений все задачи, решаемые как наукой в целом, так и ее основными дисциплинами, можно разделить на три класса: статические, генетические и ретроспективные (исторические)¹.

При изучении геологических объектов с позиций статического подхода основное внимание сосредоточивается на их составе, структуре и текстуре (т. е. отношениях с окружающими объектами). Содержание задач, относимых к классу статических, можно ограничить познанием вещественного состава, физико-химических свойств, внутренней структуры (инфраструктуры) и закономерностей пространственной локализации тех геологических объектов, которые составляют предмет изучения основных подразделов геологии (минералов, горных пород, формаций, тектонических структур и оболочек земной коры). Специфической чертой статического подхода является то, что в процессе его применения фиксируются и изучаются все те признаки и свойства геологических объектов и их ансамблей, которыми они обладают в данный момент.

Основные задачи генетического направления сводятся к выявлению природы, познанию механизма и расшифровке закономерностей возникновения и развития геологических объектов. Отправным пунктом при этом служат данные их статического изучения. Для генетической ин-

¹ Косыгин Ю. А. Методологические вопросы системных исследований в геологии. — «Геотектоника», 1970, № 2, с. 20—29.

терпретации этих данных используются либо результаты специальных экспериментов, моделирующих отдельные геологические явления, либо особый логический прием, получивший в геологии название «принципа актуализма». Последний объединяет целую группу неодинаковых по своей разрешающей способности логических операций, **относящихся к категории аналогий**. Отметим некоторые особенности генетического направления.

Во-первых, в основании любого генетического исследования лежит построение функционирующих моделей изучаемых объектов, позволяющих интерпретировать их статические свойства и признаки.

Во-вторых, результаты экспериментов и наблюдений над современными геологическими процессами показывают, что для геологических явлений характерно широкое распространение гомеоморфий и конвергенций. Отсюда следует, что, за исключением, по-видимому, довольно небольшого числа статических признаков, все остальные статические свойства и признаки геологических объектов не имеют однозначной генетической интерпретации. А это значит, что в соответствии практически любому статическому объекту можно поставить не одну, а несколько функциональных моделей. Таким образом, статические объекты и их генетические интерпретации в геологии связаны отношениями одно-, многозначного соответствия². Последними определяются, с одной стороны, специфика логического аппарата, который используется при генетических построениях, а с другой, — достоверность получаемых на их основе выводов и прогнозов.

В-третьих, в геологии следует строго разграничивать по меньшей мере два класса генетических моделей: первичных и вторичных. Первый включает все те генетические построения, которые связаны с моделированием процесса возникновения любого конкретного геологического объекта (например, процесс формирования осадка, отложения минералов, тектонической структуры и т. д.). Второй класс объединяет генетические интерпретации, касающиеся исторических преобразований первичного геологического объекта (например, преобразование осадка в породу в процессе диагенеза и метаморфизма, про-

² Симаков К. В. Теоретические основы подразделения геологического времени. — «Геология и геофизика», 1977, № 4, с. 49—57.

цесс замещения первичных минералов в ходе метасоматоза и т. д.).

Принципиальное различие между статическими и генетическими исследованиями состоит в том, что в первых временные параметры изучаемых объектов не учитываются. В генетических же построениях представления о возрастных отношениях (типа «раньше — позже») между признаками конкретных объектов и о временных свойствах (типа «деятельность возникновения, развития») самих моделируемых процессов являются обязательными компонентами. Подчеркнем в этой связи, что поскольку в задачи генетических исследований входит не только установление природы и механизма геологических явлений, но и формулировка законов автономного развития геологических систем и процессов, постольку уже на данном этапе геологических исследований возникает необходимость ввести систему единиц измерения геологического времени. Иными словами, генетические исследования, вообще говоря, немыслимы без метрики времени, необходимой для количественной оценки такого важнейшего показателя любого природного процесса, как его скорость.

Ретроспективное (историческое) направление исследований является в геологии синтезирующим. Исходным материалом для него служат результаты как статического изучения геологических объектов, так и их функциональные модели и генетические построения. Если рассматривать конкретные геологические объекты в качестве протоколов давно минувших событий, то главными задачами ретроспективных исследований можно считать: 1) выяснение их пространственно-временной локализации, 2) расшифровку взаимосвязей и причинно-следственных отношений как между смежными, так и разобщенными в пространстве — времени событиями, 3) выявление общих закономерностей исторического развития ансамблей геологических систем и процессов.

Исключительная сложность геологических объектов, относящихся к системам разных уровней организации, многообразие возможных связей и взаимодействий между ними, неоднозначность генетических интерпретаций и другие факторы определяют гипотетический («возможно-вероятный», по Ю. А. Косыгину) характер любых геостратиграфических реконструкций. Подчеркнем, что достоверность и, следовательно, практическая ценность последних

ВО МНОГОМ зависят от того, насколько корректно вводятся в теорию и практику представления о временных свойствах и отношениях и насколько точно определяются временные параметры геологических событий. Исторические реконструкции немыслимы без знания возрастных отношений (раньше, позже, одновременно) между событиями (точнее — их протоколами) и временных свойств (возраст — длительность) самих событий. Для определения тех и других геология нуждается, во-первых, в метрике геологического времени (т. е. отградуированной с помощью эталонных часов временной координате, охватывающей весь период развития Земли), а во-вторых, в методике практического использования этой метрики. Иначе говоря, геология (в первую очередь ретроспективная) нуждается в разработанной теории и основанной на ней практической методике измерения времени.

Как видно из вышеизложенного, временные представления играют существенную роль в генетических и ретроспективных исследованиях, причем и в тех, и в других используются (точнее — должны использоваться) как качественные, так и количественные оценки временных свойств и отношений (табл. 1). В настоящее время наиболее разработанной теорией геологического (точнее говорить о стратиграфическом — см. ниже) времени обладает стратиграфия, изучающая пространственно-временные свойства и отношения между геологическими объектами формационного уровня структурной организации³. Учитывая задачи, методы и результаты изучения временных параметров стратиграфических объектов, есть смысл выделить в общей науке о стратиграфическом времени три относительно самостоятельные дисциплины: хроностратиграфию, геохронологию и геохронометрию. В рамках первых двух достигается более (в геохронологии) или менее (в хроностратиграфии) корректное хронологическое упорядочение протоколов геологических событий, а возрастные свойства и отношения между ними оцениваются в терминах сравнительных понятий (раньше — позже, древнее — моложе, более — менее продолжительное). Для датировки (определения возраста) геологических событий в хронострати-

³ Симаков К. В. Стратиграфия, геохронометрия и геохронология. — «Труды СВКНИИ ДВНЦ АН СССР», Магадан, 1974, вып. 62, с. 17—25.

Таблица 1

Роль и содержание временных представлений при различных подходах к изучению геологических объектов

Основные подходы к изучению геологических объектов	Роль представлений о времени	Вопросы, на которые должны дать ответ временные исследования
Статический	Так как предметом изучения являются актуально наблюдаемые признаки и свойства объекта, время и порядок их возникновения не учитываются	—
Генетический	Понятие о времени вводится при разделении признаков объекта на первичные и вторичные. Понятие длительности должно входить в формулировку законов развития частных геологических процессов в связи с определением их скорости	1. Порядок возникновения признаков (отношения «раньше — позже») 2. Длительность формирования объекта 3. Скорость процесса
Ретроспективный (исторический)	Опирается на модель первичных пространственно-временных отношений между объектами разных уровней организации. При формулировке общих законов исторического развития должны использоваться данные: а) о длительности формирования конкретных объектов, б) о скорости частных процессов в конкретной ситуации, в) об изменениях скоростей каждого процесса в пространстве — времени. Изменения в скоростях одного и того же процесса в пространстве — времени используется при классификации объектов.	1. Характер возрастных отношений между разноместными событиями (раньше — позже, одновременно) 2. Возраст (разница дат начала и конца) события 3. Сравнительная оценка длительности событий, разобщенных в пространстве — времени 4. Скорость любого частного процесса в конкретной ситуации. 5. Сравнительная оценка скоростных параметров конкретных проявлений любого процесса в зависимости от их положения в пространстве — времени.

графии используется так называемая Международная хроностратиграфическая шкала (МХСШ). Она представляет собой временную координату, которая отградуирована следами случайно выбранных, разнородных и разномасштабных геологических событий. С помощью этой шкалы можно определять так называемый «относительный» возраст событий и давать приблизительную оценку длительности только для одновозрастных разноместных или иерархически соподчиненных («вложенных» друг в друга) событий. Сравнивать длительности последовательных разноместных событий с помощью МХСШ невозможно. По классификации измерительных приборов, предложенной С. Стивенсом ⁴, МХСШ занимает положение между так называемыми шкалами наименований и порядка, т. е. обладает эвристической ценностью меньшей, чем шкала Мооса, для определения твердости минералов.

Принципиальное отличие геохронологии от хроностратиграфии состоит в том, что первая использует так называемую Международную геохронологическую шкалу (МГХШ, точнее было бы говорить о том, что геохронология стремится или должна использовать эту шкалу, поскольку создание ее еще не завершено). Последняя представляет собой теоретическую модель, отражающую объективные закономерности развития какого-либо определенного процесса, зафиксированные в геологической летописи. Следы циклически-необратимого развития этого процесса используются для градуирования координаты геологического времени. В качестве такого базисного процесса для МГХШ сейчас предлагается использовать различные процессы (тектонические, экосистемные, физические и пр.), однако можно не сомневаться в том, что в конце концов предпочтение будет отдано эволюции органического мира, которая обладает перед всеми другими претендентами рядом неоспоримых преимуществ ⁵. В отличие от хроностратиграфических геохронологические единицы обладают основным свойством всех естественных (первоначальных) мер — эквиполентностью. Поэтому с помощью МГХШ не только достигается хронологическое упорядочение протоколов событий, но и становится возможной сравнительная

⁴ Стивенс С. С. Математика, измерение, психофизика. — В кн.: Экспериментальная психология, т. I. М., ИЛ, 1960.

⁵ Симаков К. В. Проблема геологического времени. — «Труды СВКНИИ ДВНЦ АН СССР», Магадан, 1975, вып. 68, с. 73—84.

оценка длительности разобщенных в пространстве — времени событий. По классификации Стивенсена, МГХШ относится к шкалам интервалов.

Геохронометрия представляет собой науку о количественном измерении стратиграфического времени, которое может осуществляться только после создания метрики концептуального стратиграфического времени (МКСВ). Последнюю допускается строить на базе МГХШ с помощью введения в нее первоначальной меры, что позволит дать точное математическое описание закономерностей развития базисного процесса и перейти к количественной оценке временных параметров всех остальных геологических событий. По классификации Стивенсена, МКСВ относится к шкалам отношений, т. е. к высшему классу измерительных приборов (сравнительная характеристика МХСШ, МГХШ и МКСВ приведена в табл. 2).

Здесь мы подчеркнем преемственность хроностратиграфии, геохронологии и геохронометрии, которые отвечают последовательным стадиям развития общей теории измерения стратиграфического времени. В сущности, все они решают доступными каждой из них средствами две основные задачи, стоящие перед любой общей теорией измерения времени: 1) создание приборов для измерения времени и 2) разработка методики практического использования этих приборов.

До недавнего времени считалось само собой разумеющимся, что в геологии может существовать либо одна универсальная «хронологическая» шкала, либо серия параллельных, взаимно дополняющих и уточняющих друг друга шкал. Многие геологи предполагали также, что частные шкалы, отображающие циклически-необратимое развитие отдельных процессов (например, тектонических, биологических и т. д.), имеют лишь вспомогательное значение и что со временем их удастся объединить в единую комплексную шкалу. Во всех этих концепциях геохронологической шкалы подразумевалось, что с ее помощью можно будет определять временные параметры любых геологических событий. Иными словами, в геологии господствовала идея о принципиальной возможности построения универсальной, общей, комплексной, единой хронологической шкалы (далее — ЕХШ) геологического времени. Попытки создать такую шкалу не прекращаются и до сих пор. Корректность подобных представлений вызывает

Таблица 2

**Сравнительная характеристика основных приборов для измерения
концептуального стратиграфического времени**

Шкала	Теоретическая основа	Соотношения между одноранговыми едини- цами на разных отрез- ках временной коорди- наты	Информация, получаемая в ре- зультате практического приме- нения	Положение в общей системе измеритель- ных приборов (по С. Стивенсу)
МХСШ	Случайно выбранные протоколы событий, отражающие одномасштабные явления в развитии разнородных геологических систем и биологических процессов.	Беспорядочные	1. Пространственно-возрастное упорядочение протоколов событий 2. Качественная сравнительная оценка длительностей: а) перархически со- подчиненных «(вло- женных») событий; б) пространственно раз- общенных одновоз- растных событий	Между шкала- ми наименований и порядка
МГХШ	Модель циклически-не- обратимого развития, по- строенная по протоколам событий, отражающим объективные закономер- ности развития одного (ба- зисного) процесса.	Эквивалентные	1. Пространственно-вре- менное упорядочение протоколов событий. 2. Оценка длительности любых разобщенных в пространстве — време- ни событий в определе- ниях сравнительных по- нятий	Шкала интерва- лов

сейчас серьезные возражения по меньшей мере по двум причинам.

Прежде всего, не подтверждается фактическим материалом мнение о том, что шкалы, отградуированные по признакам, которые отражают развитие разнородных природных процессов (тектонических, седиментационных, биологических, радиоактивного распада, инверсий магнитного поля Земли и т. д.), в принципе могут быть взаимно согласованы и синтезированы в ЕХШ. Так, границы подразделений, установленные по признакам, фиксирующим в земной коре циклически-необратимое развитие разнородных природных процессов, не совпадают ни по своему положению, ни по масштабу соответствующих им событий. Подчеркнем, что это явление характерно как для конкретных разрезов, так и для синоптической (сводной) стратиграфической колонки, выступающей в качестве субстратной (субстанциональной, вещественной) основы современной МХСП.

Далее, в частных шкалах, отградуированных по признакам развития разнородных природных процессов, одноранговые подразделения обладают неодинаковым объемом. При этом соотношения между стратиграфическими интервалами, соответствующие таким единицам у двух автономных шкал, не постоянны на разных стратиграфических уровнях. Положение усугубляется еще и тем, что у разных шкал не совпадает и количество иерархически соподчиненных подразделений.

Наконец, наиболее наглядной иллюстрацией несводимости разнородных шкал в одну ЕХШ является так называемое пространственное «скольжение» границ, установленных по различным признакам. Не считается со всеми перечисленными фактами пельзя, поэтому нам представляется, что все попытки создания ЕХШ заранее обречены на неудачу: в сущности все приведенные выше геологические факты подтверждают давно известную физику истину, что ритмы (циклы) разнородных природных процессов не совпадают ни по частоте, ни по амплитуде.

С другой стороны, концепция ЕХШ вызывает серьезные возражения теоретического (а точнее — философско-методологического) плана. Они касаются двух логически связанных с данной идеей методологических принципов, заимствованных геологией из ньютоновской концепции «абсолютного» времени: принципа универсальности мет-

рики и принципа сколь угодно точного измерения времени. Сразу оговоримся, что, поскольку нам известно, в явном виде эти принципы в геологии никем не формулировались, а сама возможность их применения детально не рассматривалась. Однако, судя по высказываниям ряда авторов, занимавшихся специальным обсуждением теории геологического времени⁶, оба эти положения представляются им настолько тривиальными, что в силу своей самоочевидности не заслуживают подробных комментариев. На самом деле это далеко не так.

Применительно к геологии принцип универсальности метрики времени подразумевает, что при характеристике временных параметров геологических явлений, независимо от их природы и масштаба, понятие «время» остается одним и тем же. А отсюда следует, что для количественной оценки временных свойств и отношений любых геологических феноменов можно использовать одну и ту же метрику и одни и те же единицы измерения длительности. Практически это означает, что сторонники рассматриваемого принципа надеются создать метрику времени, позволяющую определять и сравнивать между собой временные свойства и отношения таких явлений, как, например, скорость кристаллизации отдельных минералов в граните и скорость накопления осадков в моласоидной формации; длительность формирования рудной залежи и продолжительность герцинского тектонического этапа, скажем, в Европе; возраст кварцевой жилы в архейских магматитах и время проявления тектонических движений, предположим, на Северо-Востоке СССР в интервале между поздней юрой и ранним мелом и т. д.

Рассматриваемые представления получили особенно широкое распространение в связи с разработкой теории и успехами практического применения радиологических методов определения так называемого «абсолютного» возраста. Принятая (явно по недоразумению) в этих методах элементарная единица измерения (год) создала у многих геологов иллюзию возможности использования в геологии той же системы мер длительности, которая применяется в обыденной жизни и в «точных» естественных науках.

⁶ Wheeler H. E. Time-stratigraphy.— «Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.», 1958, vol. 42. N 5; Miller T. G. Time in stratigraphy.— «Paleontology», 1965, N 1.

Это глубоко ошибочное ⁷ мнение повлекло за собой, с одной стороны, представление об универсальности временной метрики в геологии, а с другой — широкое распространение среди геологов философской концепции абсолютного (единого, универсального) времени.

С изложенными представлениями неразрывно связан дополняющий их другой методологический принцип, утверждающий возможность сколь угодно точного измерения времени. Согласно этому положению, не существует никаких принципиальных ограничений для достижения любой заданной точности измерения времени, поскольку последняя целиком определяется лишь совершенством применяемой измерительной техники. Данный принцип опирается на постулат об универсальности свойств времени, которые не зависят от существования различных уровней организации материи.

Не вдаваясь пока в дискуссию по философским аспектам приведенных положений (этому посвящена вторая часть статьи), отметим здесь те эмпирические данные и теоретические соображения, которые исключают возможность применения обоих принципов в теории и практике измерения геологического времени.

— Для определения временных параметров протоколов минувших событий в геологии привлекались и привлекаются различные методы: биостратиграфический, тектоностратиграфический, радиологический, палеомагнитный и др. Пределы для практического использования и актуальная или потенциальная разрешающая способность (т. е. детальность или точность получаемых результатов) у каждого метода неодинаковы. Они обуславливаются двумя факторами. Прежде всего в силу специфики процедуры измерения геологического времени применимость каждого метода определяется наличием общих признаков или свойств у изучаемых (измеряемых) явлений и тех объектов, которые выступают в качестве субстратной основы метрики соответствующего типа. Поэтому бесполезно, например, пытаться определять временные свойства для явлений, связанных с процессом выделения рудных компонентов в кварцевой жиле с помощью биостратиграфического метода. Столь же бесперспективно и применение,

⁷ Симаков К. В. Время в стратиграфии. — В кн.: Методологические вопросы геологических наук. Киев, 1974, с. 81—105.

Скажем, радиологического метода для оценки длительности существования какого-либо биогерма или ископаемого рифа.

Другое естественное ограничение разрешающей способности каждого конкретного метода определяется природой эталонного процесса. От нее зависит масштаб тех элементарных явлений, которые выступают в качестве субстанциональной основы для естественных (первоначальных), наиболее дробных (элементарных) мер (единиц) у метрики каждого типа. Например, элементарным биохронологическим подразделением является филозона, охватывающая обычно более или менее мощную пачку слоев. Поэтому совершенно бесполезно применять биостратиграфический метод для характеристики свойств и отношений тех явлений, которые имели место при формировании каждого отдельного слоя.

Таким образом, практика показывает, что возможности употребления и разрешающая способность отдельных методов не безграничны. Они определяются, с одной стороны, соотношением природы и признаков, свойственных протоколам эталонного и измеряемого процессов, а с другой — масштабом элементарных явлений, свойственных эталонному процессу, и соотношением его с параметрами изучаемых явлений.

Последний вывод является веским доводом в пользу представлений о сложной, многоуровневой, организации геологических объектов⁸. Если признать, что данное положение имеет фундаментальное значение для формирования современной концептуальной картины геологического мира (ККГМ), то это исключает принципиальную возможность построения ЕХШ и делает недопустимым применение в геологии концепции единого, универсального, абсолютного времени. С концепцией многоуровневой организации геологических объектов лучше согласуется представление, согласно которому для характеристики временных свойств и отношений между объектами, относящимися к различным уровням структурной организации, требуется введение нескольких метрик разнородных

⁸ Драгунов В. И. Геология и изучение элементов, структуры и уровней организации вещества. — Материалы к совещанию «Общие закономерности геологических явлений», вып. 1. Л., 1965, с. 55—68; Круть И. В. Исследование оснований теоретической геологии. М., 1973.

концептуальных времен. Судя по приведенным выше фактам, в будущем геологам придется оперировать понятиями концептуального минералогического, породного, стратиграфического и планетного времени, которые явятся разновидностями реального геологического времени, имеющего сложную природу⁹.

Мысль о необходимости и возможности создания универсальной метрики геологического времени в декларативном духе высказывалась уже на заре развития геологии (т. е. в конце XVIII — начале XIX в.). В то время она полностью соответствовала ньютоновской (механической) картине мира с ее концепцией абсолютного, не зависящего ни от чего внешнего, времени. Влияние этой концепции на геологов оказалось настолько сильным, что у всех последующих поколений идея универсальной метрики являлась своеобразной идеей «фикс», которая оказывала на всех исследователей гипнотическое действие, заставляя их не обращать внимания на факты, противоречащие всей концепции абсолютного времени. Замечу, кстати, что именно в геологии были созданы вполне реальные предпосылки для формулировки основных положений релятивистской концепции времени за полстолетия до того, как она была сформулирована А. Эйнштейном.

Принцип сколь угодно точного измерения времени незаметно вошел в теоретический аппарат геологии сравнительно недавно в связи с применением радиологических методов для определения возраста главным образом кайнозойских образований. Высокая точность, достигаемая с помощью радиоуглеродного метода при анализе непрерывных колопок донных осадков, произвольно экстраполируется и на всю докайнозойскую часть МХСШ. Это в принципе недопустимо не только потому, что при установлении возраста древних образований используются другие радиологические методы (калий-аргоновый, рубидиево-цезиевый и др.). Как уже приходилось неоднократно отмечать автору¹⁰, принцип сколь угодно точного измерения времени противоречит одному из наиболее фундаменталь-

⁹ Круть И. В. О факторах и компонентах земного планетного времени. — В кн.: Чтения памяти Л. С. Берга. 1967—1971. Л., 1973, с. 7—24.

¹⁰ Симаков К. В., Оноприенко В. И. Проблема построения метрики времени в геологии. — В кн.: Применение математических методов и ЭВМ при решении типовых геологических задач. Новосибирск, 1975, с. 3—34.

ных положений современной КИГМ: постулату Ч. Дарвина о неполноте (неадекватности) геологической летописи. На более подробном обсуждении методологического значения данного постулата мы остановимся во второй части статьи.

Генетические и ретроспективные направления исследований существуют и развиваются во всех геологических дисциплинах, независимо от того, к какому уровню структурной организации относятся объекты их изучения. Между тем в минералогии, петрографии изверженных и метаморфических пород, минералогии руд, в учении о генезисе полезных ископаемых, седиментологии и ряде других дисциплин вопрос о создании и использовании метрики времени по существу еще не ставился: специалистов перечисленных отраслей геологии вполне удовлетворяют определения возрастных отношений типа «раньше — позже» между изучаемыми объектами. Создание метрики, позволяющей охарактеризовать временные свойства изучаемых этими дисциплинами явлений, по-видимому, дело будущего.

В настоящее время почти все философские и методологические аспекты теории времени обсуждаются на примере только концептуального стратиграфического времени (в более ранних моих работах оно фигурирует под названием геологического, на неверность употребления данного термина применительно к стратиграфическому времени мне указал В. Н. Сакс, которому, пользуясь случаем, я приношу свою искреннюю благодарность). По-видимому, МКСВ и в будущем сохранит главенствующее положение среди всех прочих метрик концептуальных геологических времен, поскольку именно с ее помощью можно определить возрастное положение любого геологического явления в общем ходе исторического развития Земли. По крайней мере, это касается всех явлений, которые связаны с природным и минеральным уровнями организации. Перспективы и целесообразность создания метрики планетного концептуального геологического времени пока совершенно неясны.

Любая концептуальная модель реального времени неразрывно связана с той или иной философской концепцией времени. Содержанием последней определяется общий подход к конструированию метрики концептуального времени и ее эвристическая ценность. Существующие трактовки понятия «геологическое время», используемого при построении МКСВ, чрезвычайно разнообразны.

2. Концепции геологического времени, их характеристика и методологическое значение

Содержание одной из концепций геологического времени наиболее ясно сформулировано в работах Хедберга и Елецкого. Согласно Хедбергу, «само время является нематериальным и неосознаваемым»¹¹. Аналогично высказывается и Елецкий, для которого «абстрактное время остается совершенно бесструктурным», принципиально непознаваемым и потому имеющим теоретическую ценность «до тех пор, пока оно не будет заполнено некоторым видом событий»¹².

В приведенных цитатах почти дословно повторена мысль И. Канта о том, что время вне субъективных ощущений — ничто, оно не может быть представлено ни как субстанция, ни как свойство¹³.

На иную концепцию времени опираются представления Уилера, Г. Я. Крымгольца и некоторых других авторов. По их мнению «... имеется единый поток времени, который отражается в событиях, происходящих на Земле; ... любое подразделение времени в истории Земли может быть распознано в любой точке земной поверхности, всюду оно оставило свой след, ... именно ход времени проявляется и улавливается через стратиграфические подразделения»¹⁴.

Следовательно, с точки зрения сторонников данной концепции, не время является формой бытия материи, в которой проявляются свойства ее главного атрибута — движения, а наоборот, — движение, развитие, изменение материи обусловлено ходом времени. Это целиком соответствует представлениям А. Бергсона, который считал, что время представляет собой движущий фактор развития¹⁵. Впрочем, сам Бергсон рассматривал длительность как причину движения только органической природы. Сторон-

¹¹ Hedborg H. D. Stratigraphic classification and terminology. — «Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.», 1958, vol. 42, N 8.

¹² Jeletzky J. A. Paleontology, basis of practical stratigraphy. — «Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.», 1956, vol. 40, N 4.

¹³ Кант И. Соч., т. 6. М., 1966.

¹⁴ Wheeler H. E. Time-stratigraphy; Idem. Stratigraphic units in space and time. — «Amer. Sci.», 1959, vol. 257, N 10; Крымголец Г. Я. О значении некоторых понятий в стратиграфии. — «Труды ВСЕГЕИ. Нов. сер.», 1964, вып. 102, с. 24.

¹⁵ Бергсон А. Длительность и одновременность. Пг., 1923.

ники же рассматриваемой точки зрения подчиняют детерминирующей власти времени и неорганическую природу, присоединяясь, очевидно, к мнению С. Александера, что «время есть источник (любого.— *К. С.*) движения»¹⁶.

К охарактеризованным концепциям примыкают и взгляды тех авторов, которые абсолютизируют понятие времени, допуская возможность существования лишь нашего «обыденного» времени, измеряемого секундами, днями, годами и т. д. Эта точка зрения, вполне естественная и закономерная до конца XIX — начала XX в. (т. е. в период господства в естествознании ньютоновской концепции «абсолютного» времени), в наши дни выглядит по меньшей мере анахронизмом. Между тем она пользуется исключительно широким распространением и поддержкой, чему в немалой степени способствует развитие так называемой «абсолютной» геохронологии.

По сути дела, исходным пунктом в рассуждениях сторонников данной точки зрения служит убеждение о возможности использования в геологии концепции «физического» (гомогенного, непрерывного и однородного) времени¹⁷. Подчеркнем, что речь в данном случае идет не об «абсолютном» времени Ньютона, а именно о физическом времени, т. е. о концептуальном времени современной физики (КФВ). Основанием для такого утверждения служит то обстоятельство, что и при конструировании метрики КФВ, и при определениях «абсолютного» возраста геологических объектов используются якобы одни и те же — атомные — часы. Это дает повод многим геологам утверждать, с одной стороны, что в геологии радиометрический метод «является единственным путем к достижению абсолютного измерения времени»¹⁸, а с другой, — что «заранее можно предсказать бесплодность попыток создания подразделений „геологического времени“ отличного от обыденного времени с его искусственным подразделением на минуты, часы, дни и годы»¹⁹.

Несколько ниже мы остановимся на подробном анализе обоих этих утверждений, а пока заметим следующее. Во-первых, автору уже приходилось обращать внимание

¹⁶ Alexander S. Space, Time and Diety. L., 1927, p. 50.

¹⁷ Борукаев Ч. Б. Проблема общей геохронологической шкалы докембрия. — «Геология и геофизика», 1972, № 1, с. 7.

¹⁸ Бубнов С. Основные проблемы геологии. М., 1934, с. 95.

¹⁹ Wheeler H. E. Time-stratigraphy.

на неудачность использования применительно к радиологическим датировкам термина «абсолютная геохронология». Во-вторых, отнесение Миллером дня и года к искусственным подразделениям КФВ неверно по существу, так же, как и его утверждение о целиком искусственной природе всех единиц его измерения: метрика КФВ использует комбинированную шкалу, в которой год, месяц и сутки представляют собой естественные, а часы, минуты и секунды — искусственные меры.

При оценке данной концепции следует иметь в виду, что используемые в метрике КФВ «атомные» часы характеризуют специфику времени вполне определенного — атомарного — уровня организации материи. Принятие «атомного стандарта» за базис метрики КФВ вполне оправдало с прагматической точки зрения. Однако отождествление «атомного времени» с философской категорией времени ведет к так называемой «физикализации» последней. Смысл этой противозаконной, с философской точки зрения, операции состоит в абсолютизации одного-единственного вида времени и отрицании специфики проявления времени как формы бытия материи на разных уровнях ее организации. В конечном счете это означает возврат к метафизической по своей сути концепции ньютоновского «абсолютного» (т. е. не зависящего ни от чего внешнего) времени.

Несмотря на принципиальные гносеологические различия между рассмотренными концепциями геологического времени, все они в конце концов опираются на так называемую точку зрения, или философию, «здорового смысла». Последняя же никак не может примириться, а точнее — понять не только философского, но теперь уже и естественнонаучного утверждения о том, что время, его топологические и метрические свойства зависят от специфики развития материальных объектов, их принадлежности к различным уровням структурной организации материи; что будучи абсолютным как форма бытия материи, время в своих конкретных проявлениях относительно; что любой реальный процесс может быть принят за базис метрики концептуального времени, лишь бы он удовлетворял определенным требованиям; наконец, что, принимая за базис метрики различные процессы, можно получить множество математически несовместимых метрик времени, которое совсем не обязательно должно опреде-

ляться секундами, часами и т. д. Всего этого не желает воспринимать «здравый смысл». Поэтому неудивительно, что «здравомыслящие» ученые вольно или невольно приходят либо к метафизике, либо к субъективному идеализму и, опираясь уже на них, ставят целый ряд неразрешимых проблем, мимо которых не прошел ни один из авторов более 500 статей и монографий, посвященных общим проблемам стратиграфии и опубликованных только за последние 20—25 лет. Не имея возможности в рамках настоящей статьи не только проанализировать, но даже перечислить все эти проблемы, попытаемся найти и охарактеризовать тот принципиальный алгоритм мышления, который ведет к их постановке.

Независимо от гносеологических позиций, занимаемых разными авторами в трактовке времени как философской категории, отправным пунктом их рассуждений являются, во-первых, признание адекватности понятий «геологическое» и «физическое» время и, во-вторых, убежденность в абсолютности и условности единиц измерения последнего. Дальнейшее развитие мысли идет по следующей схеме.

Так как в геологии допустимо пользоваться обыденным понятием времени, мы должны стремиться к выражению временной определенности геологических явлений через привычное нам понятие года или, учитывая громадную длительность геологических процессов, через миллионы лет. Далее следует дивергенция логической схемы. Одна ветвь ее идет по пути обоснования преимуществ «абсолютной» геохронологии (на ее обсуждении мы остановимся несколько ниже), другая стремится аргументировать точку зрения об искусственной (условной, конвенциональной) природе любых подразделений геологического времени и его относительном характере. Посмотрим, какие проблемы возникают при логическом развитии последнего направления.

Год представляет собой период времени, соответствующий полному обороту Земли вокруг Солнца. Поскольку Земля со времени своего существования всегда вращалась вокруг Солнца, мы можем себе представить систему концентрически вложенных друг в друга теоретических гиперповерхностей, охватывающих всю Землю и отвечающих возрасту 4,5—5 млрд. лет (т. е. времени с момента ее возникновения). Эти гиперповерхности обладают свойством изохронности, но имеют один досадный недостаток —

физически они никак не выражены в документах геологической летописи.

Отсюда следует вывод о необходимости выделения особой категории так называемых хроностратиграфических подразделений, под которыми понимаются «материальные подразделения горных пород, каждое из которых включает все породы, возникшие в течение определенного интервала геологического времени». А поскольку «единственным действительным свойством хроностратиграфического подразделения является временная эквивалентность или идентичность общего возраста отложения относящихся к нему пород», постольку они «в *принципе*... оказываются совершенно независимыми от всех физически объективных свойств горных пород»²⁰.

В соответствии с этими представлениями, которые встречают широкую поддержку и сочувствие²¹, Хедберг считает, что хроностратиграфическое подразделение может совпадать с каким-либо конкретным геологическим телом (т. е. собственно стратиграфическим подразделением) только в его стратотипе. Объективные признаки, свойственные этому телу-эталону, могут служить для установления границ хроностратиграфического подразделения лишь «до тех пор, пока мы уверены в постоянстве их временного значения. Когда они исчезают либо явно(!) начинают пересекать временные горизонты (которые не имеют в земной коре физического выражения! — К. С.), мы должны отказаться от них и обратиться к одному или ко всем другим имеющимся критериям временной эквивалентности, чтобы проследить одни и те же временно-стратиграфические горизонты как можно дальше, независимо от того, что может случиться с теми объективными признаками, которые совпали с первоначально установленными в типовом разрезе границами»²².

Использование охарактеризованных представлений в качестве методологической базы хроностратиграфической классификации лишает ее какого бы то ни было объективного содержания. Это понимает и сам Хедберг, поэтому он относит хроностратиграфические подразделения к категории субъективных понятий. С ним солидарен также

²⁰ Hedborg H. D. Op. cit.

²¹ Борукаев Ч. Б. Указ. соч.; Wheeler H. E. Time-stratigraphy.

²² Hedborg H. D. Op. cit.

Уилер²³, который считает, что в «хроностратиграфии границы между подразделениями... должны устанавливаться произвольно», поскольку сами эти «подразделения могут считаться всемирно распространенными произвольными частями общего стратиграфического пространства — времени». Ясно, что признание субъективной природы шкалы геологического времени и условности, конвенциональности ее подразделений лишает само понятие шкалы какого-либо эвристического значения.

Представление о существовании идеально изохронных гиперповерхностей «абсолютного» времени служит поводом для бесконечной дискуссии вокруг антиномии синхронности-гомотаксальности разноместных стратиграфических последовательностей одинаковых геологических тел и изохронности-диахронности их границ. Впервые эта проблема была со всей остротой поставлена Г. Спенсером²⁴ и Т. Гексли²⁵. Позднее Уилер и Бислей²⁶ сформулировали так называемый «закон временной трансгрессии», утверждающий разновременность возникновения литологических границ. Совсем недавно та же проблема вновь была поднята в дискуссии Скотта и Уотерхауса в связи с обсуждением сравнительной точности биостратиграфических и радиологических методов датировки геологических событий²⁷. В советской литературе уже много лет продолжается (и, судя по недавней статье А. Е. Мирошникова²⁸, не скоро прекратится) спор об изохронности-диахронности границ свит. Во всех этих дискуссиях привлекают внимание два момента.

Во-первых, сторонники альтернативных точек зрения обычно аргументируют непогрешимость своей позиции,

²³ Wheeler H. E. Stratigraphic units in space and time.— «Amer. J. Sci.», 1959, vol. 157, № 10.

²⁴ Спенсер Г. Нелогическая геология.— Собр. соч., т. 3. Спб., 1866.

²⁵ Huxley T. H. Anniversary Address (Geological Contemporaneity and persistent types of life).— In: Quart. J. Geol. Soc. L., 1862.

²⁶ Wheeler H. E., Beesley E. M. Critique of the time-stratigraphic concept.— «Bull. Geol. Soc. Amer.», 1948, vol. 59, N 1.

²⁷ Scot G. H. Homotaxial stratigraphy.— «N. Z. J. Geol. & Geophys.», 1965, vol. 8, N 5; Waterhouse J. B. Time in stratigraphy.— Ibid., 1966, vol. 9, № 4.

²⁸ Мирошников А. Е. Старые противоречия и ошибки в проекте стратиграфического кодекса СССР.— «Геология и геофизика», 1974, № 1.

привлекая данные о скоростях современных геологических процессов, но забывая при этом, что последние характеризуют один (порудный) структурный уровень, тогда как в стратиграфии исследуется другой (формационный) уровень, на котором действуют иные законы, не сводимые к законам первого. Поэтому доводы «за» и «против» любой из конкурирующих концепций нельзя признать корректными.

Во-вторых, спорящие стороны пытаются доказать друг другу большую или меньшую *точность* возрастных датировок с помощью различных (палеонтологического, радиологического, палеомагнитного и т. д.) методов. Такая постановка вопроса вообще кажется более чем странной: ведь никто же не спорит о том, чем *точнее* — ярдами и милями или метрами и километрами — можно измерить расстояние от Москвы до Магадана! Чем *удобнее* — это иной вопрос, но именно он при обсуждении проблемы «гомотаксис или синхронизм?» и не ставится.

Упомянем еще один извечный вопрос, возникающий в связи с представлениями о единстве физического и геологического времени. Это проблема адекватности отражения в геологической летописи прошедшего времени, которая имеет по меньшей мере два аспекта. Первый из них касается принципиального решения вопроса: адекватно или неадекватно отражает геологическая летопись события и отвечающие им моменты минувших эпох? Поскольку мы по вполне понятным причинам не в состоянии экспериментально проверить верность альтернативных решений, последние могут быть введены в теоретико-познавательный аппарат геологии лишь в статусе аксиомы или постулата. Рассматриваемые сейчас концепции опираются на постулат Бюффона об адекватности геологической летописи. Методологическое значение контрарного утверждения, известное под названием постулата Дарвина, мы обсудим несколько ниже.

Второй аспект той же проблемы касается терминологического разграничения «полных» и «неполных» (адекватно и неадекватно отражающих прошедшие события и время) конкретных геологических тел. Попытки решения данного вопроса на базе постулата Бюффона приводят к невероятному усложнению стратиграфической терминологии, которая загромождается такими операционально бессодержательными терминами, как «тейльзона» и «биозона», «голосом» и «голостром» и т. д. и т. п.

Рассмотрим теперь правомерность тезиса о единстве «атомного» базиса метрик КФВ и КГВ и принципиальной возможности использования в геологии единиц измерения физического времени. Чтобы внести ясность в этот вопрос, уточним прежде всего само понятие базиса модели и метрики концептуального времени.

Как известно ²⁹, под концептуальным временем понимается такая теоретическая модель, которая более или менее адекватно отражает свойства реального времени. За базис метрики концептуального времени выбирается какой-либо конкретный физический процесс, качественные особенности развития которого принимаются за основу модели концептуального времени. Введение единицы измерения и строгое математическое выражение специфики развития данного привилегированного процесса превращают модель в метрику концептуального времени.

До недавнего времени в качестве базиса метрики КФВ использовался процесс вращения Земли вокруг Солнца и своей оси. В 1956 и 1964 гг. были заключены международные соглашения о замене астрономического (иногда его называют гравитационным) КФВ атомным. При конструировании новой метрики в качестве привилегированного был избран процесс колебания одной из оболочек атома цезия. Подчеркнем, что поводом для замены одного стандарта другим послужили соображения об удобстве его практического использования, но отнюдь не желание повысить точность измерения какого-то «абсолютного» времени.

Несмотря на существенные различия, оба базисных процесса КФВ обладают по меньшей мере двумя общими чертами, определяющими специфику КФВ и несводимость его к другим видам концептуального времени. Первая особенность состоит в том, что за базис метрики принимаются процессы периодического изменения пространственного положения объектов, сохраняющих тождественность самим себе. Теоретической предпосылкой использования этих процессов в качестве привилегированных служит представление об их бесконечной повторяемости и принципиальной возможности учета возмущающих воздействий, которые нарушают регулярность этих процессов. Последнее предположение имеет особое значение, так как

²⁹ Мостепаненко А. М. Проблема универсальности основных свойств пространства и времени, Л., 1969,

на нем основан постулат об абсолютно точном измерении, который служит гарантией корректности применения всего логико-математического аппарата классической физики³⁰.

Вторая принципиальная особенность рассматриваемых процессов заключается в том, что без дополнительных априорных допущений они позволяют создавать лишь модели актуального и перспективного времени. Возможность использования их для придания временной определенности минувшим событиям (т. е. для создания метрики прошедшего, ретроспективного времени) ограничивается длительностью сохранения общих физических условий развития обоих процессов. Иными словами, построение ретроспективной модели концептуального времени на базе обсуждаемых процессов требует введения постулата о неизменности их топологических свойств и возможности учета и элиминации любых возмущающих влияний на ход этих процессов. Такой постулат в неявной форме опирается на представление о существовании абсолютной системы отсчета времени, позволяющей корректировать метрические свойства ретроспективной модели концептуального времени. Ясно, что это предположение ограничивает возможность практического использования ретроспективной модели КФВ.

Рассмотрим теперь, что служит базисом радиометрической модели КГВ. В основу ее положен процесс необратимого изменения состояния атомов радиоактивных элементов. Принципиальная возможность использования его (как и всех необратимых процессов) в качестве базиса метрики концептуального времени опирается на общепризнанное философское утверждение о том, что каждому состоянию материальной системы отвечает интервал времени и наоборот³¹. Ясно, что процесс изменения состояния атома и процесс сохранения себестождественности периода колебания одной из его оболочек кардинально отличны, и поэтому сам по себе аргумент об идентичности базисов и метрик ФВ и КГВ является не более чем недоразумением. Впрочем, на первый взгляд это не может служить основанием

³⁰ Свириденко В. М. Проблема «точного измерения» в связи с эволюцией понятия физической величины. — В кн.: Гносеологические аспекты измерений. Киев, 1968.

³¹ Свечников Г. А. Причинность и связь состояний в физике. М., 1971.

для отказа от использования в геологии единиц измерения физического времени. Рассмотрим правомерность данного утверждения, которое сейчас широко используется не только в радиологической, но также в палеомагнитной и ритмо-космологической (этапо-ритмостратиграфической) моделях КГВ³².

При создании радиологической модели КГВ используется постулат о постоянстве периода полураспада радиоактивных элементов. Экспериментальная проверка данного постулата, естественно, невозможна. Между тем, есть все основания полагать, что по меньшей мере два фактора — мощные магнитные поля³³ и изменение скорости вращения Земли — оказывают существенное влияние на ход атомных часов. Более правомерным кажется предположение о константности среднестатистической длительности периода полураспада радиоактивных элементов. Аналогичное предположение вводится и в ритмо-космологической модели, в которой продолжительность отдельных ритмов (циклов) записывается в форме следующего выражения: $A \pm a \text{ лет}$ ³⁴.

Если признать, что в радиологической, ритмо-космологической и всех остальных моделях КГВ, опирающихся на периодические процессы, мы можем оперировать лишь среднестатистическими данными о продолжительности соответствующих циклов, то отсюда следует вывод о принципиальной невозможности выразить длительность геологического времени в годах. Действительно, не имея внешней шкалы отсчета, мы не можем установить, в какую (большую или меньшую) сторону и насколько отклонилась действительная мера каждого конкретного цикла от его среднестатистического значения. А раз это так, то в геологии оказываются неприменимыми и постулат об абсолютно точном измерении, и весь логико-математический аппарат классической физики. Отсюда не следует, конечно, что мы не сможем получать «абсолютно точных» значений геологического возраста, используя аппарат дискретной математики. Но в этих целях следует разработать для каждой модели КГВ особую систему мер.

³² Зубаков В. А. О пространственно-временных соотношениях в стратиграфии. — В кн.: Проблемы развития советской геологии, Л., 1971. (Труды ВСЕГЕИ. Нов. сер., т. 177).

³³ Мартынов Н. Е. Энергия Земли. Новосибирск, 1968.

³⁴ Зубаков В. А. Указ. соч.

Приведенные соображения показывают, что модная в наши дни радиологическая модель КГВ в корне отличается от модели современного (атомного) КФВ и ни одна из существующих моделей КГВ в принципе не может претендовать на введение единиц измерения «обыденного» времени.

Обратимся теперь к анализу тех концепций, которые утверждают принципиальную несводимость понятий «физическое» и «геологическое» время. Многие авторы аргументируют это положение с различных позиций, более или менее удачно отмечая специфические черты геологического времени. Наиболее полная характеристика свойств реального геологического времени, которое является «комплексной» характеристикой пелинсных взаимодействий многих естественных систем, относящихся к разным уровням организации, дапа в работах И. В. Крутя³⁵. Им намечены основные топологические свойства реального геологического времени, нас же будут интересовать лишь такие особенности, которые определяют специфику реального геологического времени на формационном структурном уровне, концептуальная модель которого используется в стратиграфии.

Уже Степпону было ясно, что о прошедшем геологическом времени свидетельствует неоднородное строение литосферы, фиксирующее результаты давно минувших явлений. Как указал недавно Ю. А. Косыгин, поскольку «ни хода геологической истории, ни протекания геологических процессов в прошлом мы не можем непосредственно наблюдать», постольку, «рассматривая статическую структуру (земной коры.— *К. С.*), мы можем геологические тела истолковывать в качестве результатов процессов геологического прошлого, трактуя последовательность тел как последовательность событий»³⁶.

Ряд авторов на том основании, что «течение» или «ход» геологического времени нельзя наблюдать непосредственно, главной особенностью КГВ считают его логическую природу³⁷. Так, например, Киттс по этому поводу пишет следующее: «Историческое время не ощутимо для непо-

³⁵ См., например: Круть И. В. О факторах и компонентах земного планетного времени.

³⁶ Косыгин Ю. А. Указ. соч., с. 20—29.

³⁷ Косыгин Ю. А. Указ. соч.; Kitts D. B. Geologic time.— *J. of Geol.*, 1966, vol. 74, N 2, p. 127.

средственного восприятия. Поскольку оно лежит за пределами наших чувств, мы не можем считать его простым продолжением в прошлое времени в обычном смысле. У исторического времени имеются свои особенности, которые обусловлены теми допущениями и приемами, с помощью которых мы конструируем это понятие... Исторические события и связующие их временные отношения должны быть восстановлены посредством умозаключений»³⁸.

Приведенная оценка логико-теоретического аспекта конструирования модели КГВ верна, однако вряд ли можно рассматривать операциональную специфику ее создания в качестве отличительной черты реального геологического времени. Как показал недавно А. А. Ивин, построение любой модели концептуального времени подчиняется определенным логическим схемам³⁹. Важно то, что структура последних регламентируется теми физическими условиями, для которых конструируется та или иная модель. Поэтому, как нам представляется, с общей операциональной точки зрения между моделями КГВ и КФВ нет принципиальной разницы, хотя при создании каждой из них используется особая логика. Отдавать предпочтение логико-теоретическому аспекту модели КГВ допустимо лишь тогда, когда требуется объяснение ее вероятностного характера, поскольку ретроспективные модели в геологии вообще связаны с исходными статическими системами одно-, многозначным соответствием. В этом, однако, не раскрываются специфические свойства реального геологического времени.

Ряд авторов видят специфику геологического времени в том, что в геологии понятие «время» определяется биологически и не имеет ничего общего с физическим понятием «время»⁴⁰. «Наша шкала времени в геологии руководствуется продолжительностью жизни биологических единиц: видов, родов и т. д.»⁴¹.

³⁸ Kitts D. B. Op. cit.

³⁹ Ивин А. А. Логические теории времени. — «Вопр. философии», 1969, № 3; Он же. Аксиоматические теории времени. — В кн.: Логика и эмпирическое познание. М., 1972.

⁴⁰ Бубнов С. Н. Указ. соч.; Schindewolf O. H. Stratigraphische Methodik und Terminologie. — «Geol. Rundschau», 1960, Bd 49, № 1; Idem. Stratigraphie und Stratetypust. — «Acad. Mat. Naturwissenschaft. Klasse», 1970, Jahrb., № 2.

⁴¹ Бубнов С. Н. Указ соч., с. 26.

Тот несомненный факт, что общепринятая ныне шкала геологического (стратиграфического) времени опирается на анализ эволюции органического мира, может свидетельствовать лишь о следующем: в качестве базиса модели КГВ был выбран иной процесс, чем при конструировании метрики КФВ. Однако сам по себе этот факт, во-первых, не демонстрирует никаких специфических черт собственно геологического времени и, во-вторых, не может служить принципиальной основой для дискриминации всех остальных процессов, следы которых зафиксированы в геологической летописи как следы базисов моделей КГВ.

Действительно, чтобы отклонить возможность использования любого из них в качестве базиса, надо доказать, что либо признаки, либо ретроспективная модель данного процесса не удовлетворяют тем требованиям, которым должны отвечать эталонные процессы ⁴². То, что мы пользуемся сейчас палеобиологической моделью КГВ, отражает лишь несомненный факт, что при современном уровне развития геологии данная модель, во-первых, позволяет дать наиболее адекватное отражение свойств реального геологического (стратиграфического) времени, во-вторых, что признаки и ретроспективная модель эволюции удовлетворяют требованиям, предъявляемым к базису метрики, и, в-третьих, что данная модель является наиболее удобной в практическом употреблении.

Признание принципиальной возможности создания различных моделей КГВ имеет большое методологическое значение, поскольку снимает с повестки дня пресловутую «проблему гомотаксиса». Действительно, принимая за базис метрики КГВ ретроспективные модели различных процессов, мы, естественно, получим неодинаковые «масштабные сетки» КГВ. При этом, в силу установленной еще классической физикой несовпадения ритмики разнородных процессов, мы можем априори предсказать взаимное пересечение линий данных «сеток». Именно такое взаимное пересечение границ конкретных геологических тел, выделенных по различным признакам (литологическим и структурным, палеобиологическим и геофизическим и пр.), и наблюдается в действительности. Однако то, какой именно из этих признаков и проведенных по его изменению

⁴² Симаков К. В. Теоретические основы подразделения геологического времени. — «Геология и геофизика», 1977, № 4, с. 49—57.

границ будут «трансгрессирующим во времени», в каждом конкретном случае определяется тем, признаки какого процесса выбраны нами для маркировки геологического времени.

Как отметил Б. С. Соколов, «ни одно из свойств (геологического. — *Р. С.*) времени не может быть обнаружено помимо физических документов геологии, помимо развития материальной субстанции»⁴³. Логическое развитие этого общего положения ведет по меньшей мере к двум принципиально важным с методологической точки зрения выводам.

Первый вывод касается принципиальной невозможности использования в геологии концепции взаимно независимых друг от друга пространства и времени. Действительно, информация о прошедшем геологическом времени заключена в неоднородном строении литосферы, выражающемся в анизотропии ее структурных, вещественных и параметрических свойств, каждое из которых характеризует в земной коре более или менее резко очерченный, но всегда ограниченный объем. А раз это так, то ни один материальный признак, интерпретируемый в качестве индикатора прошедшего времени, не имеет глобального распространения, а всегда является пространственно ограниченным. Следовательно, в геологии мы можем говорить не о пространстве и времени по отдельности, а о едином геологическом пространстве — времени.

Подчеркнем, что в общей форме этот вывод был сделан еще в 1885 г. В. И. Вернадским, который писал: «Бесспорно, что время и пространство отдельно в природе не встречаются, они неразделимы. Мы не знаем ни одного явления, которое не занимало бы части пространства и части времени. Только для логического удобства представляем мы отдельно пространство и отдельно время... Что же это за части неразделимые — чего? Очевидно, того, что только и существует, это — материя»⁴⁴.

В другой своей работе В. И. Вернадский указывал, что «очевидно, раз пространство и время являются частями, проявлениями и разными сторонами одного и того же

⁴³ Соколов Б. С. Биохронология и стратиграфические границы. — В кн.: Проблемы общей и региональной геологии. Новосибирск, 1974, с. 158.

⁴⁴ См.: Вернадский В. И. Время. — «Вопр. философии», 1966, № 12, с. 112.

неделимого, то нельзя делать выводы о времени, не обращая внимания на пространство»⁴⁵.

Методологическое значение данного вывода можно продемонстрировать и на таком примере. Как уже отмечалось, до сих пор в стратиграфии используется предложенная Степиным концентрически-оболочечная модель строения литосферы. В соответствии с этой моделью считается, что в отдельных обнажениях или регионах интервалам распространения зональных ископаемых соответствуют лишь «тейльзоны», тогда как истинный объем зоны (т. е. «биозоны») «устанавливается лишь путем сравнения многочисленных и по возможности далеко отстоящих разрезов».

Между тем, концепции единого пространства — времени отвечает иная — липзовидно-черепитчатая модель строения литосферы. Опираясь на нее, мы приходим к совершенно иным выводам относительно взаимоотношения конкретных геологических тел, «истинного объема» зон и методики заполнения «зияний» между подразделениями МСИ ⁴⁶. Второй вывод имеет не только методологическое, но и общее философское значение. Суть его состоит в том, что раз представление о геологическом времени не может быть получено иначе, чем из анализа материальных признаков, то шкала (календарь, метрика) КГВ в принципе не может быть сугубо конвекциональной, искусственной, условной по своей природе, как это полагают многие авторы. Используя неодинаковые признаки, репрезентирующие динамику различных по природе процессов, мы можем получить неодинаковые по внутренней структуре и метрическим свойствам модели КГВ (палеобиологическую и радиологическую, палеомагнитную и ритмо-космологическую и т. д.), но все они будут отражать реальную, экспериментально верифицируемую структуру анизотропного строения литосферы по тому или иному материальному признаку. Это не значит, что не значат, что в создании шкалы (календаря, метрики) не участвует конвекционный ингредиент (например, при фиксации границ эталонных страти-

⁴⁵ Вернадский В. И. Проблема времени в современной науке. — «Изв. АН СССР. Отд. естеств. и мат. наук, сер. 7», 1932, № 4, с. 524—525.

⁴⁶ Симанов К. В. Международная стратиграфическая шкала, календарь и метрика геологического времени. — «Изв. АН СССР. Сер. геология», 1975, № 4.

графических подразделений⁴⁷⁾, по последний имеет тривиальный характер⁴⁸⁾ и не определяет ни содержательного, ни операционального аспекта конструирования метрики КГВ, как это представляет ряд авторов⁴⁹⁾.

Естественная (а точнее — объективная) природа подразделений МКСВ обуславливается также непрерывно-прерывистым характером процессов формационного структурного уровня. Это проявляется во всей истории Земли в ритмически-стадийном развитии разномасштабных геосистем и процессов⁵⁰⁾. Данное свойство реального геологического времени выявляется благодаря направленному изменению (и наложенной на него циклической повторяемости) сходных модальностей каждого отдельного класса признаков. Универсальный циклически-необратимый ход тех процессов, которые могут служить базисом метрики КГВ, определяет объективную природу ее иерархически соподчиненных подразделений, ликвидируя тем самым «проблему» их естественности-искусственности.

Наконец, третья специфическая черта реального геологического (стратиграфического) времени формационного уровня заключается в его статистической природе. Этот вывод опирается на упоминавшийся выше постулат Дарвина о неполноте (неадекватности) геологической летописи. Смысл данного постулата состоит в утверждении, что не все события, происходившие на породном структурном уровне и обусловившие возникновение каждого конкретного объекта формационного уровня, отражены в геологической летописи. А это значит, что в ней зафиксировано и не все физическое время, которым мы оперируем при характеристике процессов породного уровня. Следовательно, «физическое» и «геологическое» время не сводимы друг к другу, поскольку одно из них регулируется динамическими, а другое — стратиграфическими законами⁵¹⁾.

⁴⁷⁾ Соколов Б. С. Периодичность (этапность) развития органического мира и биостратиграфические границы. — «Геология и геофизика», 1974, № 1.

⁴⁸⁾ Грюнбаум А. Философские проблемы пространства и времени. М., 1969.

⁴⁹⁾ Леонов Г. П. Основы стратиграфии, т. 1. М., 1973.

⁵⁰⁾ Круть И. В. О факторах и компонентах земного планетного времени.

⁵¹⁾ Драгунов В. И. Формационный анализ и парагенерации — парагенолиты — парагенезы горных пород. — Материалы к совещанию «Общие закономерности геологических явлений», вып. 1.

В полной мере значение данного постулата, сформулированного более 100 лет назад, раскрывается лишь в наши дни в связи с применением системно-структурного подхода к анализу геологических явлений. Не останавливаясь на подробном анализе всех следствий из постулата Дарвина, отметим лишь два из них, наиболее рельефно демонстрирующих его методологическую роль в стратиграфии и геохронометрии.

Во-первых, принятие данного постулата автоматически лишает смысла тот соим терминов, с помощью которых различные авторы пытались и пытаются отразить неодинаковое временное содержание разных подразделений (эпоболи, хронозоны, тейльзоны, литосомы и т. д., полный перечень которых составляет 94 термина)⁵². Аналогично лишаются смысла и рассуждения о том, какая именно — 1/5, 1/20, 1/40 или 1/90 — часть времени зафиксирована в геологической летописи.

Во-вторых, опираясь на данный постулат, мы можем отвергнуть как редукционистские любые попытки использовать в метрике КГВ единицы измерения обыденного, или физического, времени. Принципиальная несводимость геологического времени к физическому подтверждает сделанный выше вывод о необходимости введения специфических мер КГВ.

Итак, проведенный выше анализ концепций геологического времени показал, что возникновение многих антиномий (естественности-искусственности стратиграфических подразделений, их границ и самой шкалы геологического времени, гомотоксальности-синхроничности границы и т. д.) связано с использованием в качестве методологической основы теории геологического времени различных философских трактовок категории времени. Принятие пьюттоповской или бергсоновской концепций неизбежно ведет к утверждению конвекционального подхода к созданию шкал, невероятному усложнению терминологии и постановке «вечных» (неразрешимых с точки зрения данных концепций) проблем.

Перспективы дальнейшего развития теории измерения времени связаны с последовательным использованием в качестве ее методологической основы концепции единого

⁵² Подробнее об этом см.: Вернадский В. И. Проблемы времени в современной науке.

геологического пространства — времени. Признание его несводимости к физическому пространству — времени и конструирование моделей КГВ с учетом специфики реального геологического времени на разных структурных уровнях и общей картины геологического мира позволят, как нам представляется, в будущем подойти к созданию такой системы метрики КГВ, которая корректно вводила бы в геологию *параметр*, а не понятие, времени.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ВРЕМЕНИ

В. И. ЖАРКОВ, *канд. филос. наук*

Анализ проблемы соотношения неклассических физических теорий с классической физикой, основывающийся на принципах диалектико-материалистической гносеологии, позволяет сделать весьма важный вывод о том, что математические абстракции, соответствующие уравнениям неклассических теорий, связываются с природой в каждой теории по свойственным ей правилам при обязательном использовании понятий классической физики¹. Среди этих понятий гносеологической универсальностью обладают классические понятия пространства и времени, отражающие объективно-реальную структуру пространственно-временных отношений физического макромира.

Цело в том, что любая неклассическая физическая теория, какие бы глубинные уровни строения материи она ни исследовала, не может обойтись без соответствующих измерений, без операционального определения своих понятий и концепций. Мы неизбежно используем язык наблюдений, в основе которого лежит концепция пространства и времени классической физики. В этом смысле классические пространство и время выступают в качестве базовой структуры современной физики². Эта базовая структура является своеобразным экраном, на который мы про-

¹ Омельяновский М. Э. Диалектика в современной физике. М., 1973.

² Ахундов М. Д. Проблема прерывности и непрерывности пространства и времени, М., 1974.

ектируем пространственно-временные отношения микро- и макмира для того, чтобы сделать их понятными нам.

Но разве не в такое же отношение к классической пространственно-временной структуре должны быть поставлены пространственно-временные отношения любых форм движения материи, в частности, геологической? Если не делать этого, то мы лишаем себя возможности познавать особенности и специфику пространственно-временных отношений различных форм движения материи. Иначе говоря, мы должны признать, что классическая пространственно-временная структура является базовой структурой не только современной физики, но вообще любой науки. Отсюда, в частности, следует, что познание специфики собственно геологического времени возможно лишь через познание соответствующей его проекции на физическое время.

Используемые в геохронологии и геохронометрии методы относительного и абсолютного датирования геологических событий дают нам именно проекции относительного и абсолютного значения геологического времени на «наше», т. е. на физическое время. Видимо, только интуицией можно объяснить то, что некоторые авторы, не располагая по существу теорией геологического времени и признавая принципиальное отличие последнего от физического, утверждают все же, что фактор времени в геологии должен трактоваться как физический параметр³. А между тем геологическое время само по себе в определенном смысле аналогично так называемому собственному времени, с которым имеет дело теория относительности: и то, и другое может быть вычислено лишь через значение их проекций на «наше» (т. е. физическое) время. Но такие вычисления должны опираться на соответствующие теории.

Видимо, невозможно однозначно указать тот путь, следуя по которому, мы непременно придем к теории геологического времени. Здесь открываются широкие возможности. И все же один путь оказывается наиболее предпочтительным. Это путь общепhilософского решения проблемы измерения различных типов времени, в том числе геологического.

³ Спмачков К. В. Теоретические основы подразделения геологического времени.— «Геология и геофизика», 1977, № 4, с. 49—50.

Проблема измерения длительностей моментов времени и временных интервалов решена пока лишь в применении к физическому времени. О других типах времени мы знаем еще слишком мало. И все же определенный подход к решению проблемы их измерения мы можем получить, обобщая те идеи, которые используются при измерении физического времени.

Существо этих идей прекрасно изложено Дж. Уитроу⁴. Мы не будем здесь воспроизводить их во всей полноте. Отметим лишь те моменты, которые являются наиболее важными с точки зрения возможностей их обобщения.

Уайтхед, Рассел и некоторые другие философы пришли к выводу, что безразмерные пространственные точки и временные мгновения должны быть «построены», а не просто постулированы. Для реализации этой идеи потребовалось 47 лет (1914—1961). Общими усилиями Уайтхеда, Винера, Фреге, Рассела, Уокера и Уитроу абстрактный одномерный континуум мгновений математической физики, изоморфный континууму вещественных чисел и, следовательно, геометрическому континууму точек на линии, удалось вывести как логическую конструкцию на основе наблюдений над частично перекрывающимися длительностями.

Прежде всего заметим, что при этом в качестве основного понятия принималось понятие длительности (которое по существу не определяется в работах Уайтхеда, Винера, Фреге, Рассела, Уокера и Уитроу). Сами эти длительности соответствуют интервалам упорядоченного множества мгновений. Но это соответствие удастся установить лишь после того, как мгновения «выведены» из длительностей.

И хотя по первоначальному замыслу Уайтхеда и Рассела континуум мгновений выводился как континуум мгновений математической физики, все же физическая природа временного континуума не более как подразумевалась, ибо явных ссылок на физическую природу событий или длительностей мы нигде не обнаруживаем. Это обстоятельство само по себе, как нам кажется, указывает

⁴ Уитроу Дж. Естественная философия времени. М., 1964, с. 203—226.

на возможность истолковывать длительность в предельно широком смысле.

Постулат Уитроу, без которого временной континуум вывести не удастся, является своеобразным аналогом аксиомы Архимеда в геометрии. Однако, в отличие от аксиомы Архимеда, этот постулат не содержит никаких ссылок на измерение и конгруэнтность⁵. Факт их отсутствия является очень важным в том смысле, что процедура выведения временного континуума оказывается не связанной с какой-либо конкретной природой длительностей моментов времени.

Поэтому абстрактный одномерный континуум мгновенный (временной континуум) как логическая конструкция может одинаково хорошо отражать сущность любого типа времени, по только «с точки зрения» «своей» системы отсчета. Иначе говоря, тот или иной тип времени может быть представлен как одномерный континуум мгновенный лишь в той системе отсчета, которая и «задает», и выражает данный тип события и, следовательно, соответствующий тип пространства.

Очевидно, геометрический образ времени как прямой имеет все основания для того, чтобы быть принятым в качестве геометрической модели времени. Но этот образ можно уверенно использовать лишь при рассмотрении различных типов времени вне их связи и взаимоотношений. Относительность различных типов времени к системам отсчета и «линейный» характер каждого из них в «своей» системе отсчета указывают на то, что тот или иной тип времени, имея «линейный» образ в «своей» системе отсчета, может представлять собой более сложный образ «с точки зрения» другой системы отсчета.

Располагая временным континуумом, мы можем теперь «забыть» о том, что он препарирован из реальных длительностей реальных моментов, времени различной природы. Для нас существенно то, что сами эти реальные длительности соответствуют интервалам упорядоченного множества мгновенных временного континуума. И, таким образом, задача измерения реальных длительностей моментов времени как длительностей реальных состояний, равно как и задача измерения временных длительностей (интерва-

⁵ Там же, с. 215.

лов), сводится к задаче выражения этих длительностей на языке временного континуума.

Для одного события (одной сущности) всякое «теперь» имеет длительность, но абстракцией любого «теперь» является мгновение как недлящаяся точка. В случае многих сосуществующих событий мгновение есть пересечение длительности этих событий. И хотя это пересечение лишь в бесконечном мыслимом пределе образует действительно недлящийся момент-мгновение, абстракцией его все также является недлящаяся точка. Поэтому, независимо от действительной длительности любого момента времени «теперь» любого конкретного события, на языке временного континуума любой момент времени этого события есть точка временного континуума как мгновение. Следовательно, в каждой конечной реальной длительности содержится бесконечное число мгновений; и мощность множества мгновений, которому соответствует реальная длительность, есть мощность континуума.

Даже в том случае, если бы нам был известен способ измерения длительностей отдельных реальных состояний (моментов времени), мы вряд ли смогли бы использовать метод подсчета количества состояний для измерения временных интервалов, так как непрерывный характер изменения состояний не даст нам возможности четко отделить одно состояние от другого в большинстве реальных случаев. И если даже тот или иной конечный временной интервал является конечной суммой конечных реальных длительностей, то на языке временного континуума его нельзя все же представить конечной суммой мгновений.

Линейный временной континуум есть упорядоченное множество мгновений, изоморфное континууму вещественных чисел. Поэтому конкретным мгновениям временного континуума мы можем приписать числа так, что отношения «раньше», «теперь», «после» указываются числовыми отношениями «меньше», «равно», «больше». Эти числовые обозначения лишь указывают на относительность положений мгновений в линейно упорядоченном ряду и сами по себе еще не выражают каких-либо временных длительностей. Приписывание конкретных чисел конкретным мгновениям является в достаточной степени произвольным. Так мы могли бы, придерживаясь указанного правила, приписывать различным мгновениям мнимые числа, что равносильно замене вещественной числовой оси мнимой

числовой осью. Объективный порядок сменяющихся состояний (моментов времени) реальных сущностей мог бы быть описан и в этих терминах так же, как в терминах действительных чисел. Поэтому проблема заключается не в том, может ли быть время мнимым, а в том, чему в реальной действительности может соответствовать мнимое время, если мы уже приняли способ фиксации мгновений с помощью действительных чисел.

Отмеченные трудности теоретического характера были обойдены в исторически сложившейся практике измерения (физического) времени. И хотя «современная хронология ведет свое начало от открытия Галилеем естественного периодического процесса — качания маятника»⁶, люди давно поняли, что измерение времени зависит от выбранного стандартного интервала времени или периода. Только с их помощью возможно провести операцию арифметизации временного континуума.

Так как для измерения временных длительностей предполагается возможным применить числа, то сложение временных величин должно удовлетворять требованиям как коммутативности, так и ассоциативности. Это означает, что: 1) «сумма» последовательных длительностей x и y является той же самой, что и сумма y и x , т. е. $x + y = y + x$ (условие коммутативности); 2) любая длительность, составленная из трех последовательных длительностей x , y и z имеет одну и ту же меру, безотносительно к тому, «прибавляется» ли z к временной «сумме» x и y или же временная «сумма» y и z прибавляется к x , т. е. $z + (x + y) = (y + z) + x = (z + x) + y$ (условие ассоциативности)⁷.

Из этих требований следует, что выбираемая временная шкала должна являться аддитивной с точки зрения арифметики, т. е. временные величины на этой шкале должны подчиняться обычному закону арифметического сложения.

Если такая шкала выбрана, то она является единственной, с точностью до некоторой произвольной мультипликативной константы, зависящей от выбора стандарта длительности в качестве единицы. Действительно, если

⁶ Уитроу Дж. Указ. соч., с. 225.

⁷ Уитроу Дж. Указ. соч., с. 224.

мера «суммы» длительностей равна сумме мер длительностей, т. е.

$$f(u) = f(x + y) = f(x) + f(y), \quad (1)$$

то этому условию удовлетворяет лишь единственная непрерывная функция

$$f(x) = \lambda x,$$

где λ — произвольная константа, не зависящая от x ⁸.

Задача выбора временной шкалы, обладающей указанными свойствами, могла быть решена только практически при выборе соответствующего стандарта временной длительности, который сам считается неизменным. Если удастся отыскать такой стандарт, то можно считать проблему выбора временной шкалы принципиально решенной; в случае же, если первоначально выбранная шкала не является аддитивной с точки зрения арифметики, то она может быть «отображена» на другую шкалу, которая является таковой⁹.

В силу произвольности численных значений, присываемых конкретным временным мгновениям, естественно считать, что при описании временных отношений существенное значение должны иметь только различия между временами (мгновениями) событий, а не сами времена как таковые. Этот критерий во многом определяет те свойства, которые мы требуем от выбираемой временной шкалы. Но этот критерий не приводит с необходимостью к линейному порядку мгновений и тем более — к линейной упорядоченности моментов реального времени. Моменты реального времени в своих отношениях укладываются в схему «раньше — теперь — позже», которую можно представить, например, и в виде спирали. Так что «стрела времени» является стрелой не больше, чем спираль. Поэтому мы должны согласиться с тем, что образ линейного временно́го континуума выбран нами исключительно из соображений удобства и простоты описания.

Если для измерения физического времени существенно необходимым является наличие в природе хотя бы одного периодического процесса, выбираемого в качестве достаточно стабильного стандарта времени, то для измерения

⁸ Уиттроу Дж. Указ. соч., с. 222.

⁹ Там же.

различных других типов времени наличие или отсутствие периодичности тех сущностей, собственное время которых измеряется, не играет существенной роли. Здесь существенную роль играет объективная себестоимость состояний этих сущностей, наличие которой мы будем предполагать в качестве основы для различения самих состояний.

Если нас первоначально интересует чисто теоретическая сторона проблемы, а не практическая осуществимость процедуры измерения различных типов времени, отличных от физического, то можно воспользоваться теми общими соображениями, которые изложены Дж. Уитроу при выводе шкалы времени для процесса радиоактивного распада¹⁰. Эти частные соображения по существу носят общий характер. Нам достаточно лишь незначительно видоизменить рассуждения Дж. Уитроу с тем, чтобы получить довольно общий результат. Что касается практической стороны, то мы знаем, что она в конечном счете сводится к измерению физического времени и к дальнейшему вычислению по его значению собственного времени той сущности, которая нас будет интересовать.

Мы исходим из ранее изложенной нами точки зрения, согласно которой каждая материальная вещь создает свое пространство и время¹¹. Эта точка зрения, как известно, не является общепризнанной, хотя и нашла уже поддержку¹². У нас нет никаких оснований — ни теоретических, ни практических — для того, чтобы от нее отказаться. Более того, А. А. Егоров считает, что «ряд выводов теории относительности может быть рассмотрен как доказательство правильности концепции о порождении каждым материальным объектом своего пространства — времени»¹³.

Итак, предположим, что мы хотим построить шкалу времени для некоторой сущности в «своей» системе отсчета. Мы хотим при этом в соответствии со сказанным выше построить шкалу времени так, чтобы она удовлетворяла основным требованиям, предъявляемым к ней. Ясно, что существует определенный произвол в выборе меры дли-

¹⁰ Уитроу Дж. Указ. соч., с. 222—224.

¹¹ Жарков В. И. Непрерывно-дискретные пространство и время микрообъектов. Новосибирск, 1971, с. 15.

¹² Егоров А. А. Диалектическое отношение пространства и времени к материальному движению. Л., 1976, с. 41.

¹³ Там же, с. 59.

тельности. Поэтому заранее можно сказать, что не может быть и речи о какой-то единственно возможной шкале времени. Следовательно, свою задачу мы видим в том, чтобы шкала времени, не будучи единственно возможной, «схватывала» бы такие объективные свойства сущности, которые позволяли бы однозначно отражать закономерности ее движения на языке ее собственного времени. Наиболее подходящим для этих целей свойством, общим для любых сущностей, является свойство находиться в некотором состоянии.

Предположим, что нам известно некоторое состояние данной сущности. Так как состояние есть качественно-количественная характеристика, это означает, что нам известна некая количественная определенность данного качества как данной сущности. Мы предполагаем, далее, что мы можем фиксировать и различать состояния данной сущности. Если при сменяющихся состояниях данная сущность остается данной, то это значит, что смена состояний не переходит еще границ меры сущности. Но точно так же каждое состояние обладает мерой. Длительность каждого индивидуального момента времени есть прежде всего сохраняющаяся мера состояния, в рамках которой имеют место изменения количественной характеристики состояния.

Если в начале индивидуальной длительности момента времени сущности количественная определенность состояния была n_0 , а в течение этой длительности она изменилась на δn_0 , то мы можем принять отношение $\delta n_0/n_0$ за меру x этой длительности. Если в течение непосредственно следующей за ней длительности количественная определенность (следующего состояния) изменилась на δn_1 , тогда на основании того же правила мы установили бы меру этой последующей длительности $y = \delta n_1/n_1$, где $n_1 = n_0 - \delta n_0$. Однако для общей длительности w , составленной из этих двух, следовало бы установить меру $w = (\delta n_0 + \delta n_1)/n_0$. Ясно, что w было бы меньше арифметической суммы x и y . В самом деле, непосредственно из простейших алгебраических соображений следует, что

$$w = x + y - xy. \quad (2)$$

Это приводит к закону сложения, который удовлетворяет требованиям как коммутативности, так и ассоциативности, причем «сумму» трех длительностей x , y и z мож-

но представить в виде $w = x + y + z - xy - yz - zx + xyz$ и т. д. Закон (2) можно легко свести к закону (1), учитывая, что $1 - w = (1 - x)(1 - y)$ и, следовательно,

$$\log \left(\frac{1}{1-w} \right) = \log \left(\frac{1}{1-x} \right) + \log \left(\frac{1}{1-y} \right).$$

Вместо первоначальной шкалы x выберем новую шкалу X , заданную следующей формулой:

$$X = \log \left(\frac{1}{1-x} \right) = \log \left(\frac{n_0}{n_1} \right). \quad (3)$$

Для этой шкалы выполняется закон сложения

$$W = X + Y. \quad (3')$$

Полученная шкала и есть линейная временная шкала данной сущности в «своей» системе отсчета. То, что эта шкала характеризует «свою» систему отсчета, следует из того, что количественные определенности n_0 и n_1 фиксированы именно в этой системе отсчета. Мы видим, таким образом, что на этой шкале не фигурируют привычные нам «секунды», но фигурируют количественные определенности различных состояний сущности и их изменения. С этой точки зрения можно сказать, что Аристотель был прав, когда утверждал, что время носит характер количественного закона, связывающего различные состояния движения¹⁴. С этой точки зрения мы можем рационально понять и Гегеля, который утверждал: «Это чистое количество как для себя палично сущее различие есть отрицательное в самом себе время...»¹⁵.

Формула (3) является общей. Ее можно применять при построении временной линейной шкалы, служащей для измерения временных интервалов любой природы, т. е. для измерений различных типов времени. Чтобы ею можно было воспользоваться практически, необходимо выбрать временные стандарты соответствующей природы. Для этих выбранных стандартов можно придумать соот-

¹⁴ Свидерский В. И. Пространство и время. М., 1958, с. 95.

¹⁵ Гегель Г. В. Ф. Энциклопедия философских наук. Т. 2. Философия природы. М., 1975, с. 52.

ветствующие названия и таким образом прийти к множеству временных единиц, служащих для измерения различных типов времени.

С практической точки зрения непосредственный выбор временных стандартов для различных типов времени представляется труднейшим делом. С точки зрения теоретической такой выбор сводится к подбору соответствующих коэффициентов. Действительно. Произведем отображение шкалы (3) на новую шкалу времени T , связав X и T некоторым соотношением

$$t = \varphi(X). \quad (4)$$

Далее примем, что $t = 0$ тогда, когда количественная определенность n сущности равна n_0 . Тогда (4) можно представить в наиболее простом виде как $t = \log n_0/n$. Выбирая в качестве основания логарифма число e , запишем $n = n_0 e^{-t}$. С более общей точки зрения, в соответствии с замечанием о том, что шкала времени определяется с точностью до произвольной мультипликативной константы λ_1 , зависящей от выбора стандарта длительности, мы запишем:

$$n = n_0 e^{-\lambda_1 t}. \quad (5)$$

Получив такую формулу для случая радиоактивного распада, Дж. Уитроу замечает, что она по своей форме тождественна с хорошо известным законом радиоактивного распада Резерфорда — Содди. «Поэтому, — пишет он, — с эмпирической точки зрения содержание этого закона сводится к следующим высказываниям:

(1) шкала t , определяемая им, совпадает в рамках пределов точности эксперимента с равномерным временем физики, определяемым другими способами, например с помощью астрономических наблюдений;

(2) с данным выбором единицы времени значение λ_1 является одним и тем же для всех количеств данного радиоактивного элемента и не зависит от температуры, давления и т. д.»¹⁶.

¹⁶ Уитроу Дж. Указ. соч., с. 224 (у Дж. Уитроу принято обозначение λ . Нам удобнее использовать обозначение λ_1 , что станет ясно ниже).

Легко понять, что эти высказывания допускают вполне естественное обобщение для сущностей любой природы. Если радиоактивный элемент трактовать как конкретную сущность, а формулу (5) как имеющую общее значение, то вывод, сделанный Дж. Уитроу, безусловно, будет сохранен. В таком случае можно сделать более общий вывод, суть которого сводится к следующим высказываниям:

(1) шкала t , определяемая формулой (5), является так называемым физическим временем в «нашей», лабораторной системе отсчета;

(2) при данном выборе единицы физического времени t значение λ_1 зависит прежде всего от природы сущности. Но не только. В общем случае мы должны считать, что λ_1 зависит и от t . Сказанное не противоречит тому, что шкала времени является единственной с точностью до произвольной мультипликативной постоянной. Это утверждение требует ясного указания на то, о какой шкале идет речь. Сравнивая (1) и (3'), мы скажем, что шкала X определяется с точностью до постоянной λ_1 , не зависящей от X . «Отображая» X на t по (4), мы уже не имеем права в общем случае утверждать, что параметр λ_1 не может зависеть от t . А то обстоятельство, что функция (4) может быть представлена в наиболее простом виде как $X = t$ (что принято нами), не имеет в данном случае существенного значения. Поэтому в формуле (5) в общем случае следует считать, что λ_1 зависит от t , т. е.

$$n = n_0 e^{-\lambda_1(t) \cdot t}. \quad (5')$$

Введя обозначение

$$d\tau_\lambda = \frac{dn}{n}, \quad (6)$$

мы легко получаем из (5'): $d\tau_\lambda = -d[\lambda_1(t) \cdot t]$, или $\tau_\lambda = -\lambda_1(t) \cdot t$. Обозначив $-\lambda_1(t) = \lambda(t)$, мы получим окончательно:

$$\tau_\lambda = \lambda(t) \cdot t. \quad (7)$$

Последняя формула разъясняет и смысл формулы (6): $d\tau_\lambda$ — есть дифференциал собственного времени сущности, природа которой «зафиксирована» в параметре-функции $\lambda(t)$.

В наших выводах величина $\lambda\tau_\lambda$ является безразмерной. Поэтому если физическое время t имеет размерность «секунда», то λ в (7) следует считать также размерной с размерностью «сек⁻¹». Можно было бы, конечно, физическое время t рассматривать как величину безразмерную. В таком случае λ была бы также безразмерной величиной, определяющейся природой сущности. Но можно, наконец, принять и другой способ согласования размерностей: с самого начала приписать величине $d\tau_\lambda$ размерность «сек», а λ считать безразмерной величиной. Мы в дальнейшем примем этот последний способ.

Из общей формулы (7), полагая $\lambda = 1$, получим $\tau_\lambda = t$, это равносильно тавтологии: собственное физическое время равно самому себе. Эта тавтология для нас важна в том отношении, что она является еще одним подтверждением правильности общей формулы (7).

Таким образом, проблема измерения любого типа времени теоретически в принципе может считаться решенной. Практические трудности заключаются в определении параметров λ для каждого конкретного типа времени. В общем мы предвидим здесь определенные трудности, связанные прежде всего с выработкой способов задания и выражения систем отсчета для сущностей различной природы, с установлением характера их взаимосвязей.

В общем случае зависимость параметра — функции λ от времени t может означать то, что природа любой сущности «с точки зрения» «нашего» времени не остается неизменной. Это утверждение не содержит в себе чего-либо существенно нового при условии, что мы располагаем гарантией неизменности выбранного временного стандарта или имеем общую теорию самоконгруэнтности (равенства самому себе) такого стандарта. В целом же проблема конгруэнтности временного стандарта (так же, как и пространственного) оказывается довольно сложной и во многом еще не решенной¹⁷. К ней добавляется и другая, связанная с возможностью нестационарной нумерации точек временного (и пространственного) континуума. Хотя такая нумерация может оказаться практически неудобной, все же она является допустимой и принципиально не отличающейся от любой другой — стационарной. Но такую зави-

¹⁷ Грюнбаум А. Философские проблемы пространства и времени. М., 1969.

симость номера от времени нельзя истолковывать как движение некоторого объекта, хотя и можно выразить в терминах скорости. «Здесь „движется“ нумерация и при желании ее можно заставить двигаться, по выражению Эддингтона, со скоростью мысли»¹⁸. В пределах точности и погрешностей временного стандарта зависимость λ от t можно истолковать как указание на изменчивость природы любой сущности.

Так как природа сущности «фиксируется» в параметре-функции λ , мы будем говорить о соответствующей λ -сущности. Следовательно то, что было названо выше определенным типом времени, есть не что иное, как собственное время τ_λ некоторой λ -сущности в «своей» системе отсчета, которую мы будем называть λ -системой отсчета. Очевидно, общая формула (7) дает отображение времени τ_λ на физическое время t .



Не рассматривая в рамках настоящей статьи достаточно подробно ряд вопросов, имеющих непосредственное отношение к нашей теме, ограничимся фрагментарным их изложением, сознавая ответственность, которую мы при этом берем на себя.

Можно показать, что для любой λ -сущности функция $\lambda(t)$ допускает представление в виде

$$\lambda(t) = \frac{B_\lambda^2}{t^2}, \quad (8)$$

где B_λ — некоторая константа, характеризующая λ -сущность. Природа этой константы должна быть выяснена, видимо, экспериментально. На роль константы B_λ могут претендовать, по крайней мере, две — либо максимально возможное время «жизни» λ -сущности, либо минимально возможное время ее существования. Но как бы то ни было, формула отображения (7) принимает вид:

$$\tau_\lambda = \frac{B_\lambda^2}{t}. \quad (9)$$

См.:⁸¹ Родичев В. И. Эволюция понятия системы отсчета и программа Эйнштейна. — В кн.: Эйнштейновский сборник. 1974. М., 1976, с. 298.

Это, на первый взгляд, — довольно неожиданное и странное соотношение. Если подойти к нему чисто формально, то следует утверждать, что временные потоки t и τ_λ направлены навстречу друг другу. Если мы принимаем за прямое направление течение физического времени t , то мы должны будем интерпретировать время τ_λ как «идущее вспять» по отношению к t . Для произвольных сущностей λ_n и λ_k мы получаем, в соответствии с (9), соотношение

$$\tau_{\lambda_n} = \tau_{\lambda_k} \frac{B_{\lambda_n}^2}{B_{\lambda_k}^2}, \quad (10)$$

которое показывает, что все временные потоки τ_{λ_j} ($j = 1, 2, 3, \dots$) имеют одно и то же направление.

Идея «обратного течения» времени не является новой в современной физике. Но наша формула (9) не распространяется на физическое время! Необходимость интерпретировать соотношение (9) как выражающее существование противоположных направлений течения времени является чисто формальной. Скажем точнее, она оказывается необходимым следствием выбранной нами меры длительности момента времени (состояния) и временных интервалов. Сам же по себе такой выбор не является единственно возможным. Представление об «обратном течении» времени может быть в равной степени как принято, так и оставлено.

Но, приняв интерпретацию (9) как выражение существования противоположных потоков времени, мы должны помнить, что значения t и τ_λ представляют собой не численные значения, приписываемые произвольно соответствующим мгновениям на временных континуумах, а значения соответствующих временных точек отсчета.

Если признать существование наименьшего возможного интервала t_0 физического времени, то формула (9) позволяет связать максимально возможное значение времени τ_{λ_j} ($j = 1, 2, 3, \dots$) со значением t_0 :

$$t_0 = \frac{B_{\lambda_1}^2}{(\tau_{\lambda_1})_{\max}} = \frac{B_{\lambda_2}^2}{(\tau_{\lambda_2})_{\max}} = \dots = \frac{B_{\lambda_j}^2}{(\tau_{\lambda_j})_{\max}} = \dots \quad (11)$$

Естественно истолковать $(\tau_{\lambda j})_{\max}$ как «время жизни» λ_j -сущности.

Абстракцией λ -сущности как реального фрагмента бытия является пространственная точка, координаты которой в λ -системе отсчета суть $x_\lambda, y_\lambda, z_\lambda$. Эти собственные пространственные координаты могут быть отображены в произвольную точку (x, y, z) физического пространства. Так что проекция λ -пространства — времени на физическое пространство — время может быть выражена соотношениями:

$$\left. \begin{aligned} x_\lambda &= x \\ y_\lambda &= y \\ z_\lambda &= z \\ \tau_\lambda &= B_\lambda^2/t \end{aligned} \right\}, \quad (12)$$

которые позволяют написать выражение для пространственно-временного интервала λ -сущности в ее «собственной» системе отсчета, т. е. в λ -системе отсчета.

Вводя обозначения $x_0 = ct, x_1 = x, x_2 = y, x_3 = z$ и следуя идеям Римана¹⁹ и Эйнштейна, метрику физического пространства — времени обычно записывают в виде²⁰

$$dS^2 = \sum_{\alpha, \beta=0}^3 g_{\alpha\beta} dx_\alpha dx_\beta, \quad (13)$$

где метрический тензор $g_{\alpha\beta}$ есть некоторая функция переменных x_0, x_1, x_2, x_3 . Особо заметим, что форма (13) является общей и отнюдь еще не указывает на необходимость использования теории относительности (специальной или общей). Нам удобно будет несколько изменить обозначения и записать (13) в виде:

$$dS^2 = \sum_{\alpha, \beta=0}^3 (g)_{\alpha\beta} (dx)_\alpha (dx)_\beta. \quad (14)$$

Пользуясь отображением (12), мы легко запишем выражение для квадрата пространственно-временного интервала

¹⁹ См.: Каган В. Ф. Основания геометрии, ч. 2. М., 1956, с. 148,

²⁰ Фок В. А. Теория пространства, времени и тяготения. М., 1955, с. 158.

λ -сущности в λ -системе отсчета:

$$dS_{\lambda}^2 = \sum_{\alpha, \beta=0}^3 (g_{\lambda})_{\alpha\beta} (dx_{\lambda})_{\alpha} (dx_{\lambda})_{\beta}, \quad (15)$$

где $(g_{\lambda})_{\alpha\beta}$ — новый метрический тензор, полученный из тензора $(g)_{\alpha\beta}$ путем замены переменных x_0, x_1, x_2, x_3 переменными $\tau_{\lambda}, x_{\lambda}, y_{\lambda}, z_{\lambda}$ и учета соотношения $dt = -B_{\lambda/\tau_{\lambda}}^2 d\tau_{\lambda}$.

Если пространство и время в границах физического пространства — времени являются относительными к физическим системам отсчета, то, согласно (12) и (15), λ -пространство и λ -время τ_{λ} в границах λ -пространства — времени следует считать относительными к λ -системам отсчета. Таким образом, результаты измерения различных типов времени τ_{λ} мы обязаны поставить в зависимость от соответствующих λ -систем отсчета, в которых λ -пространство и λ -время образуют единое λ -пространство — время.

* * *

В заключение отметим, что развитые выше соображения общего характера являются, вероятно, не во всем безупречными. И все же мы надеемся, что они могут быть приняты во внимание при обсуждении соответствующей общеприкладной и методологической проблематики.

**ДАРВИНИЗМ, НОМОГЕНЕЗ,
МЕЖДУНАРОДНАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА
(МСШ)**

М. И. ХАЛФИН, *д-р геол.-мин. наук*

Научно-техническая революция охватывает в различной мере широко и глубоко наши сведения по всем разделам естествознания. Не остались в стороне от этого процесса геология и биология. Ныне связи этих областей знания с другими и между собой чрезвычайно усложнились и углубились. На этой основе возникли новые взаимосвязи, направления, открытия. Достаточно упомянуть

о развивающейся на наших глазах магнитостратиграфии, о воздействии космических и геофизических факторов на развитие органического мира Земли и др.

Имеющие огромное теоретическое и практическое значение в геологии биостратиграфия и биохронологическое исчисление времени основываются на биологических материалах. А как раз в области биологии происходящая в последние годы дискуссия по методологическим вопросам приобрела особо острый характер и потому не может для нас оказаться безразличной. Более того, она затрагивает исключительно важные стороны стратиграфии и палеонтологии.

Дискуссия эта является одним из выражений двух мировоззрений в теоретической биологии. Одно из них представляет собой материалистическое учение Ч. Дарвина, а другое — сложный конгломерат гипотез и теорий, противоположных дарвинизму (органическая эволюция — продукт действия неких сил, или заключенных в самой органической материи, или действующих на нее извне. Но в том, и в другом случаях действие этих сил является якобы изначально целенаправленным, ведущим органический мир Земли по пути прогресса). В данной статье все эти гипотезы по их принципиальной основе объединены под названием «ортогенез»; сюда относятся и «помогенез». Другими словами, помогенез как теоретическая и философская концепция непримиримо, бескомпромиссно враждебен дарвинизму. Их сосуществование невозможно. Давно уже подчеркивалось, что дискуссии подобного рода отражают не просто разногласия, столь обычные в науке, а действительное столкновение двух антагонистических мировоззрений.

На протяжении уже не одного десятилетия теоретической основой биостратиграфии и биостратиграфической классификации является дарвинизм. В России учение Ч. Дарвина было принято и понято в большей степени, чем в какой-либо другой стране. Огромная заслуга в этом принадлежит В. О. Ковалевскому. Здравый реализм в науке, по выражению К. А. Тимирязева, предохранил большинство русских натуралистов от увлечения созданием различных малообоснованных гипотез. Немногочисленные идеалистические концепции, в частности помогенез Л. С. Берга, успеха не имели. Сразу же после его появления на свет (1922 г.), в условиях свободной дискуссии

он был полностью развенчан, сошел со сцены и нашел мирное успокоение на кладбище антидарвинистских концепций. Однако в последние годы делались и делаются попытки не только воскресить давно забытую концепцию номогенеза, но и поставить ее на место дарвинизма.

Возникновение этой дискуссии свидетельствует о необходимости пересмотра методологических основ, а также о необходимости пересмотра оценки огромного количества новых данных и материалов по проблемам стратиграфии с главной задачей, показать, в какой мере эти новые материалы подтверждают или опровергают принятую ныне фактическую основу МСШ — этого международного эталона биохронологии. Посильное участие в решении данной задачи ставим и мы перед собой в настоящей статье. Это потребует от нас рассмотрения таких проблем, как роль космических факторов в истории Земли, проблема сходства и различия таксонов и ряда других.

1. Дарвинизм и номогенез

К числу замечательных ученых принадлежит, как известно, Л. С. Берг — выдающийся и разносторонний натуралист, автор чрезвычайно ценных работ в области ихтиологии, географии, климатологии, биогеографии, почвоведения. Вспоминая, с каким увлечением четверть века назад я читал его книгу «Климат и жизнь»¹, хочу этим напоминанием подчеркнуть, что и ныне читатель найдет в научных трудах Л. С. Берга много интересного и полезного. Но совсем иначе обстоит дело, когда Л. С. Берг переходит к вопросам философского характера.

Его попытки дать философские обобщения были совершенно беспомощны: их плодом и явился номогенез — одна из вариаций ортогенеза, унаследовавшая от последнего его виталистическую и телеологическую, а в конечном счете и теологическую, сущность. Научные исследования и философские обобщения Л. С. Берга могут служить яркой иллюстрацией к словам В. И. Ленина об ученых: «способных давать самые ценные работы в специальных областях химии, истории, физики», но которым *нельзя верить ни в едином слове, раз речь заходит о философии*².

¹ Берг Л. С. Климат и жизнь. М., 1947.

² Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е, т. 18, с. 363.

В начале 20-х гг. Л. С. Берг выступил с концепцией помогенеза и тогда же был поддержан А. А. Любищевым³. Номогенез — от начала до конца откровенно идеалистическая концепция (направленность развития жизни), а дарвинизм — последовательно материалистическое, стихийно диалектическое учение; этой конфронтацией определяются разногласия между ними по всем без исключения вопросам. Так, с позиций дарвинизма естественному отбору принадлежит творческая роль в эволюции органического мира Земли, с позиций помогенеза естественный отбор — «чисто разрушительный агент» в эволюции⁴. Но как только из проблемы развития органического мира выключается борьба за существование и естественный отбор, образующийся вакуум заполняют идеалистические, в частности виталистические, «теории». Внешне они очень разнообразны, но по существу их объединяет самое главное: они привлекают в качестве движущей силы эволюции непознаваемые для нас силы и факторы, направляющие ход развития органического мира планеты по изначально целесообразному пути совершенствования организации животных и растений. Это приводит наиболее последовательных авторов к откровенному фидеизму, типа «богонаправленной эволюции» Хюне. Не избежали этой участи помогенез и его миссионеры. Вот — дословная цитата: «*Ясное представление, что не всякое обучение связано с разумом, дано Фомой Аквинским...*»⁵. Вероятно, нужно напомнить, что Фома Аквинский — знаменитый схоласт XIII в., учивший, что помимо истин, постигаемых человеческим разумом, существуют недоступные нашему разумению высшие истины — они даны в божественном откровении и должны восприниматься нами на веру: конечный источник истины — *целесолагающее* существо, бог. В подновленном виде (неотомизм) учение Фомы Аквинского ныне является официальной философией католицизма. Так неотвратимо идеалистическая сущность помогенеза

³ См.: Завадский К. М., Ермоленко М. Т. К критике неомогенеза. — В кн.: Философские проблемы современной биологии. М., 1966, с. 227—235.

⁴ Любищев А. А. К логике систематики. — В кн.: Проблемы эволюции, т. II. Новосибирск, 1972, с. 18.

⁵ Любищев А. А. О постулатах современного селектогенеза. — В кн.: Проблемы эволюции, т. III. Новосибирск, 1973, с. 54.

приводит его к роли служанки неотомизма. Это первый тупик.

Дарвинизм утверждает, что только человек может ставить перед собой определенную цель, осуществлять целенаправленную деятельность (искусственный отбор) для выведения домашних животных и культурных растений с нужными ему, человеку, свойствами. За этими пределами в природе нет никаких целенаправленных процессов, никаких целеполагающих сил. Это — одно из основных положений дарвинизма, радикально отграничивающее его от всех и любых модификаций ортогенеза и исключаящее возможность любого компромисса между ними.

Органическая форма (и группа), с точки зрения дарвинизма, возникла лишь однажды в одном месте (монофилия, монотопность), а с точки зрения ортогенеза — неоднократно, в разное время и в разных местах (полифилия, политопность). Обратим или необратим процесс органической эволюции? Представляет ли органический мир Земли некое единство и его историю можно метафорически отобразить в виде многократно и сложно разветвленного родословного древа, ветви которого связаны родством различных степеней? Или историю органического мира можно представлять в виде поля параллельных и автономно растущих колосьев?

В своих работах А. А. Любищев неоднократно и резко нападает на широко принятую в естествознании иерархическую таксономию (последовательное соподчинение подразделений: тип, класс, отряд и т. д.; эра, период, эпоха и т. д.). «Недостаток линнеевской систематики — принятие иерархической формальной системы — не преодолен и современной систематикой.»⁶ В дарвинизме (и в систематической биологии) эта таксономия выражает различные степени родства между различными группами животных (и растений) и, следовательно, никак не согласуется с номогенезом. И вот, вполне понимая наличие органической связи иерархической таксономии и дарвинизма, Любищев выступает против их континуума. Дарвин «не сомневался в единственно возможном иерархическом характере естественной системы и связал эту иерархическую структуру с дивергенцией как монополь-

⁶ Любищев А. А. К логике систематики, с. 55.

ной формой эволюции и, в свою очередь, дивергенцию — с внутривидовой борьбой за существование»⁷. Сам проф. Любищев — *против внутривидовой борьбы за существование и расхождения признаков в процессе развития органического мира.*

Поскольку работы А. А. Любищева являются знаменем номогенеза для современных сторонников этой концепции, нам необходимо выяснить отношение этого автора к тому «учению», которое его адептами было названо «творческим дарвинизмом», а на деле представляло собой грубейшее извращение учения Дарвина.

Для наглядности сопоставим отношение дарвинизма (Д), «творческого дарвинизма» («ТД») и А. А. Любищева (Л) к некоторым основным положениям органической эволюции (обозначения в таблице: безусловно принимается (+) или безусловно отвергается (—).

Телеология (изначальная целенаправленность эволюции)	Д	«ТД»	Л
Внутривидовая борьба за существование	—	+	+
Дивергенция (расхождение признаков) как магистральное направление эволюции	+	—	—
Целенаправленный характер мутации (наследственных изменений)	+	—	—
Монофилия (и необратимость эволюции)	+	—	—
Полифилия (и ее замаскированная модификация — «парафилия»)	—	+	+

Из приведенного сопоставления очевидно полное совпадение важнейших сторон «творческого дарвинизма» и взглядов Любищева (номогенез) по отношению к дарвинизму. Таков второй тупик, в который нас приводит номогенез.

Конечный итог деятельности А. А. Любищева — попытка вообще ликвидировать не только дарвинизм, но и имя Ч. Дарвина в науке: «Мы избегаем называть это учение именем основоположника»⁸. Термин «дарвинизм» предлагается заменить термином «селектогенез». Термины «изначально целесообразный» и «целенаправленный» не употребляются им как слишком одиозные. Проф. Любищев отдает предпочтение термину «целесолагающий», а это термин схоластов, в частности Фомы Аквинского...

⁷ Любищев А. А. К логике систематики, с. 57.

⁸ Мною уже была закончена статья до того, как я получил возможность познакомиться еще с одной работой проф. Любищева. — См.: Любищев А. А. О постулатах современного селектогенеза,

В приведенном выше тексте мы избегали термина «неопомогенез». В специальном исследовании К. М. Завадский и М. Т. Ермоленко пришли к выводу: «... В работе современных сторонников помогенеза каких-либо новых фактов, противоречащих теории отбора и говорящих в пользу помогенеза, не приводится»⁹. Никакого *обновленного* или хотя бы подновленного помогенеза нет — он, следовательно, на префикс «нео» прав не имеет.

Итак, наша попытка поглубже заглянуть в существо помогенеза привела нас к выводам, заставляющим рекомендовать пользоваться трудами сторонников этой «теории» с большей осмотрительностью. А сейчас попытаемся выяснить, какие причины и обстоятельства вывели помогенез из состояния анабиоза и с шумом выдвинули его на авансцену биологии. И снова четкий и ясный ответ на этот вопрос мы находим у В. И. Ленина: «Реакционные поползновения порождаются самым прогрессом науки»¹⁰. Так, в конце XIX — начале XX в. одновременно с выдающимися достижениями науки (открытие электромагнитного поля и радиоактивности, электронная теория и др.) возник и распространился в различных модификациях «физический» идеализм. В наши дни научный прогресс перерос в научно-техническую революцию, и ее сопровождают уже не просто реакционные поползновения, а какая-то вакханалия: за рубежом возникают лженауки и мистические концепции — «кремлелогия», «паррапсихология», «телепатия», «ясновидение», «эффект Бакстера» и т. д. В естествознании умножаются попытки воскресить и модернизировать идеалистические, виталистические концепции, такие как ортогенез. Разумеется, все это — жалкий мусор, отходы производства по отношению к грандиозным достижениям современной науки. Но дискуссию, хотя и по вопросам, которые обсуждались неоднократно, провести необходимо по целому ряду причин.

Молодые поколения работников науки в некоторых случаях относятся к выступлениям, подобным выступлениям Любищева, с доверием, которого они не заслуживают, даже если «гальванизация» ортогенеза сопровождается попытками снабдить его космическими «подпорка-

⁹ Завадский К. М., Ермоленко М. Т. Указ. соч., с. 232.

¹⁰ Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е, т. 48, с. 326.

ми» (о чем ниже мы скажем несколько слов). Но совершенно необходимо, чтобы эта дискуссия велась на страницах *специальных* журналов, а в популярных изданиях объективно освещались бы ее ход и этапы. Мы никак не можем признать удачным решение редакции журнала «Знание — сила», популярного среди молодежи, опубликовать под интригующим названием «Полн- и моно» статью А. А. Любищева, путающую, противоречивую и тенденциозную¹¹. Все сказанное выше обязывает нас рассмотреть некоторые (в рамках задач нашей статьи) соображения и заявления этого автора.

Начнем с его «перескоков». «Существует три мощных учения в логике: 1) формальная логика (силлогистическая, дедуктивная), 2) индуктивная логика, 3) математическая логика»¹² (радикально исключена диалектическая логика). За формальной логикой он сохраняет значение одного из трех «мощных течений». Но формальная логика рассматривает классификацию как операцию распределения изучаемых предметов по классам *разного* ранга, т. е. в иерархическом порядке и в строгом соответствии с четырьмя правилами деления объема понятия¹³. А иерархическую (таксономическую) классификацию Любищев категорически отвергает. Так возникает противоречие: принятие формальной логики и отрицание иерархической классификации. Любищев наглядно показывает, как должно «преодолеваться» это противоречие на практике.

Одно из основных требований классификации на уровне формальной логики — *непрерывность* этой классификации. Любищев мимоходом отбрасывает это требование: «Перескок через ступень не является логической ошибкой»¹⁴. С помощью такого рода перескоков можно на месте формальной логики и свойственной ей классификации получить некий вакуум, который и займет «комбинативная» система Любищева.

¹¹ См.: Любищев А. А. Полн- и моно.— «Знание — сила», 1973, № 5, с. 26—28.

¹² Любищев А. А. К логике систематики, с. 45.

¹³ Халфин Л. О методологических основах стратиграфической классификации.— «Труды СНИИГГиМСа», Новосибирск, 1973, вып. 169, с. 1—21.

¹⁴ Любищев А. А. К логике систематики, с. 56.

Но, оказывается, для достижения этой цели недостаточно дискриминировать формально-логическую классификацию: необходимо еще «добиться дискриминации трудно отличимых таксонов»¹⁵. Эта формулировка показывает позицию Любищева в отношении задач и проблем современной биологической классификации. В настоящее время морфологический критерий диагнозов видов переживает кризис. Политипические виды объединяют особи, морфологически нередко различающиеся больше, чем представители различных видов. Особенно интересны в свете анализируемых нами вопросов многочисленные *виды-двойники*, которые при минимальных морфологических различиях (нередко почти идептические) репродуктивно изолированы (не скрещиваются или не дают при скрещивании плодового потомства), т. е. являются несомненно различными видами. «Двадцать с лишним лет назад казалось, что эта категория видов редка и представляет собой исключение. Исследования последних десятилетий дали совершенно иную картину... Практически мы стоим перед задачей пересмотра видового состава животного мира.»¹⁶ Можно с полной уверенностью сказать, что этот пересмотр пойдет по направлениям, противоположным тем, которые предлагаются Любищевым: в частности, сходные виды не только не будут «дискриминироваться», а как раз наоборот — среди сходных форм будут выделяться полноценные и полноправные, т. е. репродуктивно изолированные виды. Теоретический уровень рекомендаций Любищева заставляет очень серьезно задуматься над сущностью этих рекомендаций.

А. А. Любищев, отметив, что спор между монофилистами и полифилистами длится уже около ста лет, пишет: «Но — странное дело — сторонников полифилии не убывает, а прибывает...»¹⁷. Молодой и неискушенный читатель может воспринять это как успех и даже как приближающуюся победу полифилии. А как обстоит дело в действительности?

¹⁵ Дискриминация — «умаление прав, ставящее одних в худшее положение по сравнению с другими» (БСЭ, т. 14); Любищев А. А. К логике систематики, с. 64.

¹⁶ Гептнер В. Г. Столетие дарвинизма и книга Э. Майра. — В кн.: Майр Э. Зоологический вид и эволюция. М., 1968, с. 12—13.

¹⁷ Любищев А. А. Поли- и моно, с. 26.

«Спор», а точнее — борьба, против антинаучной концепции полифилии продолжается около ста лет, а вот количество научных работников в СССР ныне в сто с лишним раз больше, чем было до Великой Октябрьской революции. При таком общем количественном росте научных работников на каком-то отдельном участке науки (например, в биологии) может временно увеличиться и количество лиц, стоящих, даже подчас не понимая это, на методологически неправильных позициях.

В затронутых вопросах мы не можем соблюдать «нейтралитет», и это заставляет нас коснуться некоторых сторон влияния космических факторов на органический мир Земли.

Это влияние сомнений не вызывает: «В свете современных исследований рассматривать развитие органического мира Земли без учета космических факторов едва ли представляется возможным»¹⁸. Но и в этом деле необходимо сохранять чувство меры, так как новейшие достижения астрономии необъятно распахнули возможности познания не только нашей Галактики, но и Метагалактики и ее компонентов, подчас столь поразительных по их свойствам. Как ни интересна эта проблема, мы здесь не коснулись бы ее, если бы некоторые авторы не поставили этот вопрос в прямую связь с развитием органического мира Земли, притом — в двух аспектах: в смысле возможного влияния высоких инопланетных цивилизаций на население Земли и в смысле использования новых астрономических материалов в качестве «космических подпорок» ортогenezа.

«Где же хотя бы *один надежный факт*, свидетельствующий о существовании внесемной жизни, пусть даже в виде простейшего микроба?»¹⁹ Таких фактов нет, что заставляет нас именно здесь провести рубеж между наукой и научной фантастикой. На этом можно было бы поставить точку, чего сделать мы не можем, не опротестовав попытки через Космос инъецировать в палеонтологию и биологию очередную порцию ортогenezа.

¹⁸ Подробнее об этом см.: Халфин Л. Л. ПДП — предел допустимой погрешности при биостратиграфических сопоставлениях. — В кн.: «Труды СНИИГГиМСа», Новосибирск, 1972, вып. 146, с. 3—19.

¹⁹ Корлисс У. Загадки Вселенной. М., 1970, с. 218.

И. А. Ефремов в статье «Космос и палеонтология» пишет: «Ортодоксальные дарвинисты доказывали, что путь органической эволюции абсолютно *слеп*, ибо подчинен только случайностям всемогущего естественного отбора, селектирующего случайные мутационные изменения в наследственных механизмах. Ортогенез, т. е. *направленность развития жизни*, вплоть до мыслящего существа, долгое время считался идеализмом»²⁰. Несколько строками ниже этот автор опять говорит о «*слепой*» случайной эволюции²¹. Ни ирония в адрес «ортодоксальных дарвинистов» и «всемогущего естественного отбора», ни даже тщетная попытка через Космос реабилитировать ортогенез не побудили бы нас так подробно останавливаться на приведенных выше цитатах. Но на этом примере полезно показать, как в естествознании любое отступление от материализма неотвратимо влечет к идеализму.

И. А. Ефремов характеризует позицию дарвинистов как утверждение, что и путь органической эволюции слеп, и сама эволюция слепа. Представим на минуту (не больше!), что И. А. Ефремов прав — и путь эволюции зряч, и сама эволюция является зрячей. А далеко ли отсюда до заключения, что в густом лесу отмирает часть деревьев *не потому, что* они оказались слабейшими в борьбе за жизнь, за место под Солнцем, а для того, *чтобы* своей гибелью обеспечить процветание виду, к которому они принадлежат. На подобные «зрячие» деревья и опиралась педоброй памяти «теория самоизреживания». Нет, уж лучше поверим на слово А. И. Герцену, сказавшему (разумеется, в иной связи): «Полипы умирают, не подозревая, что они служат *прогрессу* рифа»²².

«Зрячая» эволюция — прямой путь к телеологии в том или ином ее воплощении, т. е. к признанию некоей таинственной силы, имманентной или трансцендентной по отношению к органической материи и управляющей ее эволюцией. И еще раз вспомним слова А. И. Герцена: «Телеология — это тоже теология... Какая же разница между предопределенной целесообразностью и промыслом?»²³. Каждый натуралист стоит перед дилеммой: или

²⁰ См.: Населенный Космос. М., 1972, с. 92.

²¹ Там же.

²² Герцен А. И. Былое и думы, ч. V. М., 1967, с. 283.

²³ Там же, с. 341.

дарвинизм со «слепой» эволюцией, или ортогенез со «зрячей» эволюцией — третьего не дано.

Диалектический материализм был и остается знаменем советской науки.

2. О видах-двойниках

Из числа интереснейших достижений последних десятилетий в области систематики относится открытие в различных группах современных животных (от простейших до млекопитающих) таксономических единиц, представители которых, будучи морфологически неразличимыми и нередко являясь симпатрическими²⁴, вместе с тем обладают репродуктивной изоляцией (не способны к скрещиванию). Последнее обстоятельство заставляет систематиков относить их к различным видам. В качестве иллюстрации приведем пример Майра относительно двух птиц из рода *Garulax* (виды-двойники). Э. Майр цитирует Тайсхерита: «Эти два вида представляют собой один из наиболее замечательных в орнитологии случаев. Помимо двух мелких признаков, различия между ними касаются лишь размеров — один более крупный, чем другой... Их гнезда, повадки, яйца, брачные игры, местообитания — идентичны; они разделяют одну и ту же экологическую нишу... Вместе с тем совершенно ясно, что в данном случае мы имеем перед собой два вида»²⁵.

Виды-собратья (*Geschwister-Arten*) В. Рамме²⁶, виды-близнецы (*especies jumelle*) Л. Кено, виды-сородичи (*Sibling species*, Э. Майра²⁷ — они на русском языке получили от В. Г. Гептмера удачное название *виды-двойники*). Общие сведения о видах-двойниках содержатся в довольно компетентной сводке Э. Майра, Э. Линсли и Р. Юзингера²⁸.

²⁴ В биогеографии симпатрическими называются виды, населяющие общий ареал, и аллопатрическими — имеющие различные ареалы.

²⁵ Майр Э. Систематика и происхождение видов. М., 1947, с. 340.

²⁶ Ramme W. Revision und Neubeschreibungen in der Gattung *Pholideptera* Wösm. — «Berlin Zool. Mus. Mitt.», 1930, N 16; Cuenet L. L'espece. P., 1936; Майр Э. Systematics and the origin of species. N. Y., 1942.

²⁷ Майр Э. Систематика и происхождение видов, с. 238.

²⁸ Майр Э., Линсли Э., Юзингер Р. Методы и принципы зоологической систематики. М., 1956.

Выявить виды-двойники в составе современных животных очень трудно. Имеет ли место между двумя группами морфологически сходных особей репродуктивная изоляция и, следовательно, принадлежат ли эти особи к одному виду или являются видами-двойниками — этот вопрос решается путем длительных и трудных наблюдений над поведением интересующих нас особей.

Систематика современных и ископаемых организмов едина и покоится на единых принципах, как бы ни разнились условия работы зоолога и палеозоолога (живые организмы и органические остатки). Поэтому проблемы, которые встают перед систематикой современных организмов, автоматически встают и перед палеонтологией; к их числу относится и проблема видов-двойников.

Трудности этой проблемы в палеонтологии усугубляются невозможностью наблюдений над взаимоотношениями между особями для выявления видов-двойников и невозможностью цитологических исследований. Но в распоряжении палеонтологии есть некоторые возможности, отсутствующие у зоологии. Рассмотрим некоторые из них.

Так называемые симулирующие формы описывались в ряде работ и нередко являлись причиной ошибочных стратиграфических заключений. Открытие видов-двойников в современной фауне заставляет лишь с новой точки зрения взглянуть на эти формы и попытаться выяснить, какие из них могут оказаться видами-двойниками. С этой позиции следует пересмотреть вопрос о реликтовых и суперститовых группах и формах, о резком несовпадении геологического распространения некоторых групп и форм в различных областях и странах.

Неоднократно отмечалось, что некоторые очень сходные, подчас практически неразличимые, представители родов *Anathyris* Peetz и *Plicathyrus* Khalin распространены в нижнем девоне Западной Европы и в верхнем девоне Западной Сибири. Морфологически неразличимый западноевропейский нижнедевонский вид *Anathyris phalaena* (Phill.), его аналог (*As. supraphalaena* из верхнего девона Кузбасса и Алтая. Наличие стратиграфического разрыва в объеме целой среднедевонской эпохи между временем их существования дает основание допустить, что в данном случае мы имеем дело с аллохронными видами-

двойниками²⁹. Попытку же сослаться на неполноту палеонтологической летописи едва ли можно было бы признать состоятельной: брахиоподы из среднего девона Европы и Сибири известны из многих пунктов, обильны и хорошо изучены.

К числу наиболее замечательных относится также большое сходство многих представителей фауны нижнего карбона, с одной стороны, и фауны верхнего карбона — шижней перми — с другой. Интересно, что более 40 лет назад К. Динер³⁰ писал о споре между Кохом и Фрехом, Вацеком и Динером по поводу возраста морского карбона в Вейтшграбене. Спор не привел ни к какому результату, так как «все элементы этой фауны являются общими для нижнего и верхнего карбона».

В геологии Сибири имела место аналогичная дискуссия о возрасте острогской свиты Кузбасса и ее стратиграфических аналогов: многие представители нижнекарбоновой фауны этой свиты морфологически трудно отличимы от верхнекарбоновых — нижнепермских видов, с которыми они нередко и отождествлялись. И в данном случае палицо стратиграфический *гиатус* между аллохронными видами-двойниками: в среднем карбоне их морфологические аналоги отсутствуют. Нам представляется принципиальным следующее положение.

В палеонтологии стратиграфический гиатус имеет для распознавания видов-двойников не меньшее значение, чем репродуктивный гиатус для разграничения современных видов-двойников.

К числу труднейших проблем таксономии относится разграничение аллопатрических подвидов от аллопатрических видов-двойников при изолированности их ареалов. Примером может быть морфологическое сходство представителей неморских групп дотретичной фауны северного и южного полушарий.

Это допущение мы делаем, имея в виду, что *экваториальный пояс для расселения указанной категории животных является преградой особого рода*, благодаря сочетанию температурного барьера с океаническим средиземноморским бассейном. Для объяснения биполярного

²⁹ Халфин Л. Л. Фауна и стратиграфия девонских отложений Горного Алтая. — Изв. Томск. политех. ин-та, 1948, т. 65, вып. 1.
³⁰ Динер К. Основы биостратиграфии, М., 1934, с. 141.

распространения некоторых компонентов современной морской фауны может быть принята гипотеза Л. С. Берга о преодолении их ближайшими предками тропического пояса во времена грандиозного четвертичного оледенения³¹. Но такого рода допущение не пригодно, например, для объяснения наличия морфологически идентичных лагуно-пресноводных пелеципод в верхней перми Европы и Центральной и Южной Африки.

В. Амалицкий, а позднее Л. Кокс дали большой список видов, представители которых по ту и другую сторону экватора частью совершенно идентичны, частью очень близки³². В. Амалицкий допускал возможность миграции этих моллюсков из Европы в Африку, но, нам кажется, заслуживает внимания и другая гипотеза: возможность их возникновения от общих предков, обитавших в тропическом поясе, при переселении в субтропические пояса Северного и Южного полушарий. Это — амфитропические виды-двойники верхнепермской эпохи³³. Основываясь на материалах, которыми располагает палеонтология, мы можем отметить, что по отношению к общему количеству ископаемых видов они представляют собой эпизодическое явление. Возникновение видов-двойников может концентрироваться в некоторые эпохи по неизвестным пока нам причинам. Выяснение причин этой ритмичности потребует специальных исследований (сравнительно-палеогеографических и относящихся к проблеме темпов видообразования в целом).

В стратиграфическом отношении виды-двойники играют отрицательную роль. Выше приводился пример ошибочного определения возраста острогской свиты Кузбасса по видам-двойникам. Приведем еще один пример. Морфологически сходны *Praeactinostroma vologdini* (Ya-

³¹ Берг Л. С. Биполярное распространение организмов и ледниковая эпоха. — В кн.: Климат и жизнь.

³² Amalitsky W. Comparison of the Permian freshwater. Lamellibranchiata from Russia with these from the karroo system of south Africa — Quart. — «Journ. Geol. Soc.», L., 1895, vol. 51; Cox L. H. Lamellibranchiata from Karroo Beds of the Ruluyhy Beds Coalfields, Tanganyika territory. — «Journ. Geol. Soc.», L., 1932, vol. 83. Idem. Karroo Lamellibranchiata from Tanganyika territory and Madagascar. — «Journ. Geol. Soc.», L., 1936, vol. 92.

³³ Подробнее см.: Халфин Л. Л. Позднепалеозойские пресноводные и солоноватоводные пелециподы Кузнецкого бассейна. — В кн.: Вопросы палеобиогеографии и биостратиграфии. М., 1955. (Труды II сессии Всесоюзного палеонтологич. совещ.),

vor.) из кембрия Восточного Саяна и мезозойский вид *Actinostromaria stellata* Haug. Сходство так велико³⁴, что Галловей идентифицировал эти виды и высказал смелое, но неприемлемое предположение: в Восточном Саяне морская юра ошибочно принята за отложения кембрия³⁵.

Кратко излагая этот вопрос, мы не останавливаемся на ряде важных его сторон, в частности, в отношении природы видов-двойников. Виды-двойники возникают, возможно, на различных степенях родства (как внутри одного рода, так и в пределах некоторых таксономических единиц более высокого ранга).

Принципиально важным является положение, что аллохронные виды-двойники (как и виды-двойники в современной фауне) являются различными видами и, следовательно, их наличие в составе ископаемой фауны лишь подчеркивает принцип необратимости развития органического мира и неповторимости в этом развитии органических форм.

3. Международная стратиграфическая шкала (МСШ) и ее объективная модель — развитие органического мира

Рассмотрим ход процесса смены органических форм и групп во времени. Предмет этот не нов, но наша работа будет проходить в новых условиях, порожденных научно-технической революцией: во-первых, в связи с «космизацией науки, переходом ее от чисто земного взгляда на природу к космическому миропониманию»³⁶ подлежат пересмотру и уточнению некоторые сложившиеся представления, в том числе и в области биостратиграфии. Во-вторых, на протяжении последних лет геологическими, геофизическими и биологическими исследованиями установлено, «что геомагнитное поле играет решающую роль

³⁴ Халфина В. К. Строматопороидеи. — «Труды СНИИГГиМСа», Новосибирск, 1960, вып. 19.

³⁵ См.: Calloway J. J. Structure and classification of the Stromatoporoidea. — «Amer. Paleontology Bull.», 1957, vol. 37, N 164.

³⁶ Фадеев Е. Т. Некоторые особенности современного естествознания (опыт философского анализа). — В кн.: Земля во Вселенной. М., 1964, с. 12.

для всех процессов, протекающих в биосфере Земли»³⁷, — в том числе и в смене органических форм, на чем зиждется и вся биостратиграфия, и вся МСШ.

Сформулированные выше положения связаны с проведенными в последние годы исследованиями в двух областях знания, по двум направлениям — геолого-геофизическому и магнитобиологическому. Это, с одной стороны, комплексное (литология, палеонтология, радиометрия, палеомагнетизм) изучение донных отложений океанов, а с другой — экспериментальное исследование влияния изменений магнитного поля на организмы. Мы не можем синтезировать этот материал хотя бы приближенно, так как по этим областям знания уже сейчас накопилось огромное количество фактических данных (например, по вопросам земного магнетизма указатель за 1966—1969 гг. содержит 1595 названий литературных источников³⁸). Из этого моря фактов я отбираю те немногие, которые помогут выяснить достаточно детально процесс смены форм в истории органического мира Земли как основу биохронологии для фанерозойского этапа истории земной коры. Для этого мы не найдем сейчас лучших возможностей, чем те, которые нам предоставляет четвертичная геология, в особенности результаты широко развернувшегося изучения донных осадков океанов: 1) прекрасная сохранность извлекаемых из слабо уплотненных донных отложений органических остатков (имеются в виду не растворяющиеся в этих условиях скелеты планктонных микроорганизмов); 2) разнообразие организмов: радиолярии, фораминиферы, диатомеи, силикофлагелляты, проблематичные кокколпиты; 3) близость (а порой идентичность) этих организмов с ныне живущими; следовательно, возможность применения к большинству из них классификации рецентных животных и растений, что повышает точность родовых и видовых определений по сравнению с обычными палеонтологическими определениями; 4) при микроскопических и субмикроскопических размерах организмов возможность получать их из проб грунта в массовом количестве (десятки

³⁷ Дубров А. П. Дисимметрия биологических реакций и геомагнитное поле. — В кн.: Реакция биологических систем на слабые магнитные поля. М., 1973, с. 12.

³⁸ Заяц-Комарова А. И., Зазимко А. П. Магнетизм горных пород и палеомагнетизм. Библиографический указатель за 1966—1969 гг. Киев, 1970.

тысяч экземпляров и больше); 5) высокая точность определения радиометрическими методами абсолютного возраста этих новейших отложений, а следовательно, времени появления и вымирания видов, а также абсолютного возраста инверсий магнитного поля Земли (МПЗ); 6) возможность исследования правомерности широкого использования палеомагнитостратиграфии, более чем с десятью уровнями изохронности для интервала верхней плиоцен-плейстоцен (границы м-эпох и м-эпизодов)³⁹.

Дж. Хейс приводит данные о вымирании 8 видов радиолярий, обитавших как в приполярных, так и в экваториальной областях Тихого океана⁴⁰. Избраны именно радиолярии с наиболее стойким к возможным химическим воздействиям скелетом (кремневым). Их распространение и вымирание установлены на основании изучения 400 тыс. экз. Время вымирания видов определено в абсолютном летоисчислении и привязано к палеомагнитным рубежам (границам м-эпох и м-эпизодов). Работа заслуживает полного доверия и позволяет сделать ряд нужных выводов:

1. Различные виды радиолярий вымирают, как правило, одновременно: 8 исследованных видов вымирают на 6 различных уровнях.

2. Виды радиолярий обладают различной чувствительностью к экологическим факторам, связанным с инверсиями МПЗ: 2 вида вымирают первыми, на уровне кровли м-эпохи Гаусса, остальные перешагивают этот рубеж, но один за другим тоже сходят со сцены. Дольше других существуют еще 2 вида, пережившие по меньшей мере 6 инверсий. Следовательно, аналогично отношению к другим экологическим факторам и отношению к МПЗ мы можем различать виды, стеномагнитные и эвримагнитные.

3. Каждый из этих видов радиолярий вымирает, с геологической точки зрения, мгновенно на всей площади его

³⁹ Отсутствуют общепринятые термины для обозначения магнитостратиграфических подразделений. Изложение этого вопроса см.: Кочегура В. В., Зубаков В. А. Опыт межрегиональной магнитостратиграфической корреляции. — В кн.: Проблемы периодизации плейстоцена. Материалы симпозиума. Л., 1971, с. 274—275 (не все их предложения удачны и требуют обсуждения. Мы сохраняем уже употребляемые термины, но ставим перед ними букву «М», что означает «магнитный»: м-интервал, м-эпоха, м-эпизод).

⁴⁰ Hays J. D. Faunal extinctions and Reversals of the Earth's, Magnetic Field. — «Geol. Soc. Amer. Bull.», 1971, vol. 82, № 9.

существования под воздействием какого-то универсального элиминирующего фактора. При установлении последнего нельзя упускать из виду, что 6 из 8 видов вымирают на палеомагнитных рубежах, но 2 вида исчезают под влиянием каких-то других агентов.

Все эти выводы и обстоятельства заслуживают самого пристального внимания и беспристрастной оценки. Прежде всего мы не должны забывать, что выше имели дело с частным случаем, который строго ограничен таксономическими, хронологическими и экологическими рамками. Рассмотрев этот случай, а также дополнительные материалы, попытаемся выяснить универсальные, всеобщие черты и стороны процесса смены органических форм как объективной основы биостратиграфии — в частности, биостратиграфических границ.

Теперь перед нами новый вопрос первостепенной важности — можем ли мы сформулированные выше выводы из трех пунктов распространить и на другие, более того — на все группы организмов?

В последних работах автора рассмотрены вопросы, тесно связанные с анализируемыми в настоящей статье⁴¹. Некоторые выводы и формулировки необходимо предположить дальнейшему анализу стоящей перед нами проблемы.

ПДП — предел допустимой погрешности при биостратиграфических сопоставлениях, зависящий от достигнутой точности («разрешающей способности») палеонтологического метода, — лежит в пределах длительности существования ортохронологического вида, руководящего для данной зоны; в этих пределах погрешность допустима, т. е. ею можно пренебречь без ущерба для геологических сопоставлений и обобщений разного рода⁴².

Признавая справедливым, что «вся геологическая хронология и стратиграфия зависят от правильного определения руководящих ископаемых видов»⁴³, мы рассмотрели вопрос, в какой мере это положение может быть распрост-

⁴¹ См.: Халфин Л. Л. ПДП — предел допустимой погрешности при биостратиграфических сопоставлениях, с. 3—19; Он же. О методологических основах стратиграфической классификации, с. 1—24.

⁴² См.: Халфин Л. Л. ПДП — предел допустимой погрешности при биостратиграфических сопоставлениях.

⁴³ Майр Э. Принципы зоологической систематики. М., 1974, с. 24.

ранено и на формальные роды и виды, столь обычные в палеонтологии. В результате проведенного анализа мы получили положительный ответ ⁴⁴.

А теперь вернемся к вопросу о правомерности распространения выводов, вытекающих из рассмотрения материалов Дж. Хейса, на другие группы организмов.

В работах Дж. Хейса и соавторов рассмотрены пелагические организмы, причем также из донных осадков экваториальной части Тихого океана ⁴⁵. Наряду с радиоляриями были изучены форамениферы, силикофлагеллаты, диатомеи и дискоастериды. Наиболее полный материал приведен по колонке скважины У24-59: в стратиграфическом отношении — до основания м-эпохи Гилберт, в палеонтологическом — по всем перечисленным выше группам организмов.

Анализ этих материалов показывает, что сформулированные выше в виде трех пунктов выводы подтверждаются этим более обширным материалом, а именно: одновременно появляются и вымирают различные виды не только радиолярий, но и всех других использованных групп организмов; все эти группы организмов обнаруживают различную чувствительность к инверсиям МПЗ. При этом реакция организмов на инверсии проявляется различно, не только в виде вымирания. Порой это — массовое количественное развитие вида, что особенно подчеркивается еще и вымиранием на этом уровне целого ряда других видов и т. д. Но самое главное для нас обстоятельство в том, что на уровнях инверсии взамен вымерших видов появляются новые. Следовательно, каковы бы ни были биоактивные факторы, воздействие которых с особой силой проявляется во время инверсий МПЗ, последние не могут рассматриваться как катастрофы; предлагаемый Шиндевольфом термин «анастрофы» преокупирован, проще называть это явление «обновлением органического мира» (если требуется — с присоединением эпитета «быст-

⁴⁴ Горелова С. Г., Меньшикова Л. В., Халфин Л. Л. Фитостратиграфия и определитель растений в верхнепалеозойских угленосных отложениях Кузбасса.— «Труды СНИИГГиМСа», Кемерово, 1973, вып. 140, с. 1—320.

⁴⁵ См.: Hays J. D., Saito T., Opdyke N. D., Burkle L. Pliocene-Pleistocene sediments of the Equatorial Pacific; their paleomagnetic biostratigraphic and climatic record.— «Geol. Soc. Amer. Bull.», 1969, vol. 80, N 8.

рое», «глубокое», даже «мгновенное», разумеется, в геологическом смысле).

Еще одно важнейшее обстоятельство отмечено авторами работы: неравнозначность биостратиграфических рубежей (в том числе и совпадающих с инверсиями). Они особенно выделяют две «зоны больших фаунистических изменений»⁴⁶. Более древняя из них приурочена к середине м-эпохи Гаусс (кровля м-эпизода Мамонт) (возраст порядка 3 млн. лет): вымирают многие виды фораминифер, радиолярий и диатомей (ряд авторов на этом уровне проводили границу миоцен — плиоцен). Вторая «зона» больших изменений отвечает м-эпизоду Олдувей и имеет около 2 млн. лет; авторы проводят здесь границу плиоцен — плейстоцен.

Подводя итоги рассмотрению указанных выше материалов, отметим еще раз самое существенное.

Процесс обновления органического мира идет непрерывно, но неравномерно: одни виды исчезают, другие появляются; в некоторые непродолжительные отрезки времени этот процесс убыстряется: за счет значительного количества вымерших и появившихся форм; происходит быстрое и существенное обновление органического мира, отраженное в разрезе в виде важных биостратиграфических границ. Во многих случаях эти переломные моменты в истории органического мира совпадают с инверсиями МПЗ.

Эти выводы подкрепляются материалами и по всем другим группам организмов, которые мы привлечем частично при обсуждении интересующей нас темы в хронологическом и экологическом аспектах.

В хронологическом отношении Дж. Хейс и его соавторы ограничились в исследованиях интервалом порядка 4,5 млн. лет (поздний плиоцен и четвертичный период), а в экологическом — имели дело только с пелагическими группами микрофауны и микрофлоры. Их работу нельзя не признать вполне успешной, а их выводы вполне убедительными. Мы используем материалы этих авторов как надежную исходную основу, которую попытаемся раздвинуть как вширь (в хронологическом направлении с охватом трех биоциклов: галобийос — лимнобийос — геобийос), так

⁴⁶ См.: Hays J. D., Saito T., Opdyke N. D., Burkle L. Op. cit., p. 1495.

и вглубь (в пределах фанерозоя). Основная наша цель — уяснить общую картину истории развития органического мира, выделив в ней те стороны, которые имеют наибольшее значение в биоистратиграфии.

Обратимся теперь к совершенно иной группе — к древним брахиоподам из ордовика. Это — бентонные животные, обитавшие в мелководном эпиконтинентальном бассейне Сибирской платформы⁴⁷. Их изучение подтверждает сделанные выше выводы. Брахиоподы также появляются и исчезают на различных уровнях, причем неравномерность их смены является более резкой: некоторые рубежи, благодаря возникновению сразу нескольких видов, хорошо заметны. В некоторых случаях это обусловлено местными причинами (например, выпадением из разреза лланвирина).

Теперь перейдем к архистратиграфической ортохронологической группе — граптолитам силура. У. Берри в силуре Северной Америки установил 5 граптолитовых зон, на границах которых располагаются небольшой мощности переходные слои⁴⁸. Опять повторяется та же картина: появление и исчезновение на разных рубежах различных форм. То же подтверждают очень детальные материалы С. Г. Гореловой по позднепалеозойской флоре Кузбасса⁴⁹.

Приведенных материалов, вероятно, достаточно для вывода, что МСШ представляет собой отражение прогрессивного, по восходящей линии, развития органического мира Земли — от простого к сложному, от примитивной фауны кембрия до гоминид четвертичного периода. Но это развитие — процесс сложный, многосторонний, включающий ряд подчиненных закономерностей.

В истории развития органического мира наблюдается смещение господствующих групп (биоциклов Геккеля) из морских мест обитания через пресноводные к сухопутным (что связано с насыщением земной атмосферы кисло-

⁴⁷ См.: Ядренкина А. Г. Схема стратиграфии ордовикских отложений Сибирской платформы по новым данным. — В кн.: Труды СНИИГГиМСа, вып. 84. Новосибирск, 1969, с. 57—60.

⁴⁸ См.: Berry W. N. and Boucot A. J. Cerrabation of the North American Siberian region. — «Geol. Soc. America», sp. pap. 102, N. Y., 1970.

⁴⁹ Горелова С. Г. Палеоботанические основы расчленения и корреляции разрезов на примере балахонской серии Кузбасса. — «Труды СНИИГГиМСа», Новосибирск, 1970, вып. 107, с. 31—40.

родом в процессе жизнедеятельности переселившихся на сушу растений).

В стратиграфическом использовании конкуренция между наземными и морскими организмами решается в пользу последних, когда речь идет о корреляции отложений, но когда мы решаем вопросы развития, прогресса органического мира, мы отдаем приоритет позвоночным по крайней мере с девона. Так, широкое развитие бесчелюстных (а особенно рыб, в том числе костных) качественно отличает девонский период от силурийского, начиная уже с жедина. Бесчелюстные и рыбы часто бывают полезны при решении стратиграфических задач, но ортохронологическими группами для этого периода (благодаря широкому распространению) являются сначала граптолиты, затем амmonoидеи. Отсюда мы делаем вывод: установление или уточнение подразделения МСШ и его границ, с одной стороны, и их прослеживание, с другой, — задачи разные. Решаются они хотя и при помощи одного (палеонтологического) метода, но различными способами.

Установление подразделений МСШ — это установление нового, качественно специфического этапа развития органического мира Земли; данная задача решается путем сравнительного анализа уровня эволюционного развития сопоставляемых групп организмов, собственных исследуемому подразделению и близких к нему по возрасту подразделений. Другими словами, это — уточнение, детализация периодизации истории земной фауны и флоры.

В заключение подчеркнем: все материалы биостратиграфии показывают, что обновление органического мира совершается:

перманентно, т. е. одни формы вымирают, другие появляются (обычно неизохронно во многих эволюционных стволах и ветвях) на протяжении всего фанерозоя (на всех уровнях МСШ);

неравномерно, т. е. наблюдается чередование длительных этапов медленной смены фауны (флоры) и коротких интервалов эволюционной акцелерации, которые являются рубежами различного ранга между подразделениями МСШ.

Связь эволюции органического мира с историей МПЗ можно считать твердо установленной.

Приняв длительность инверсий МПЗ в пределах 3—13 тыс. лет и даже десятикратно увеличив ее (для полу-

чения достаточного «запаса прочности»), мы все равно получим исчезающие малые отрезки времени в геологическом масштабе. В геологическом — да, а в биологическом? Ведь это — тысячи (если не десятки тысяч) поколений животных и растений, обреченных жить в изменившихся условиях, вызванных изменением земного магнетизма, колоссальная роль которого в общем балансе экологических факторов несомненна⁵⁰. А ведь во время инверсий важнейшая (дипольная часть МПЗ), вероятно, уменьшается до нуля, и магнитосфера разрушается.

Принимая во внимание фактор времени, мы с большим интересом относимся к мнению К. Хэтфильда и М. Кампа, которые, ссылаясь на данные радиоэкологии, указывают, что кумуляция обратимых наследственных изменений не зависит от дозы радиации и с течением времени, достигнув известного предела, повлечет за собой массовое вымирание организмов⁵¹.

Установление факта инверсий МПЗ вызвало огромный интерес во многих областях знаний и, в частности, в стратиграфии, как мы уже убедились в этом.

Впереди еще много работы, но согласование биостратиграфических и палеомагнитных исследований открывает перед нами новый, широкий, захватывающе интересный путь.

Приведенные выше материалы подтверждают правильность установленной Ч. Дарвином неравномерности развития органического мира Земли, различных темпов эволюции различных групп животных и растений и разновременность обновления этих групп.

НОМОГЕНЕЗ, ПАЛЕОНТОЛОГИЯ И БИОХРОНОЛОГИЯ

Е. А. ЕЛКИН, *канд. геол.-мин. наук*

К настоящему времени накопилось достаточно много новых данных по закономерностям морфологической эволюции различных древних групп органического мира.

⁵⁰ См.: Холодов Ю. А., Новицкий Ю. И., Анисимова Т. Н. Влияние магнитных полей на биологические объекты. Библиографический указатель отечественной и иностранной литературы. М., 1970.

⁵¹ См.: Hatfield C. B. and Camp M. J. Mass extinctions correlated with periodic galactic events.— «Geol. Soc. Amer. Bull.», 1970, vol. 81, N 3.

Поэтому вполне понятен повышенный интерес палеонтологов, да и не только палеонтологов, к номогенетическим воззрениям Л. С. Берга. На официальных и неофициальных встречах специалистов можно слышать, что тот или иной фактический материал подтверждает теорию номогенеза. Но об основных положениях этой теории и о соответствии их современному биологическому материалу говорить было не принято. Это и трудно было сделать, так как монография Л. С. Берга «Номогенез или эволюция на основе закономерностей» к этому времени стала у нас библиографической редкостью.

В 1977 г. основные работы Л. С. Берга по теории эволюции были переизданы в виде отдельной книги¹. Им предпослана обстоятельная статья К. М. Завадского и А. Б. Георгиевского, в которой авторы дали совершенно справедливую оценку эволюционных представлений Л. С. Берга, квалифицировав их как ошибочные. Ошибочные не в деталях, а по существу, в методологическом плане. В принципе, к этой оценке можно было бы и не возвращаться. Но, учитывая характер продолжающейся дискуссии, следует еще раз обратить внимание на основные положения теории номогенеза, а в большей мере — на палеонтологические факты, связанные с закономерностями эволюционного процесса и вполне объяснимые с позиций селектогенеза.

Все оппоненты Л. С. Берга прежде всего обращали внимание на то, что основу теории номогенеза составляют постулаты, которые им вводятся априорно и служат каркасом для всех эволюционных построений. Действительно, без них номогенез не может рассматриваться как законченная теория.

На что же опирался Л. С. Берг при создании теории номогенеза? Среди его принципов (постулатов) и допущений нужно назвать следующие:

- 1) принцип изначальной целесообразности;
- 2) принцип упражнения и неупражнения органов;
- 3) принцип полифилетизма;
- 4) допущение преформистских начал в изменениях организмов;
- 5) отрицание большой наследственной изменчивости;
- 6) предположение массового характера эволюционных

¹ Берг Л. С. Труды по теории эволюции, Л., 1977,

изменений по всему ареалу того или иного вида, происходящих путем резких скачков;

7) интерпретация естественного отбора как консервативного начала — механизма, охраняющего «норму» вида и отсекающего все отклонения, в том числе и прогрессивные.

Такое простое перечисление отправных начал теории омогенеза может создать впечатление лишь о дискуссионности проблемы и о том, что принципиальные эволюционные вопросы можно плодотворно решать и с предлагаемых Л. С. Бергом позиций. Это далеко не так. Обратимся к формулировкам самого Л. С. Берга. Первый из перечисленных постулатов он трактует следующим образом:

«...Целесообразность есть основное свойство живого. Этой точки зрения придерживаемся мы»². «Принимаемый нами постулат изначальной целесообразности живого позволяет излагать учение об эволюции без всякого привлечения каких бы то ни было метафизических³ предположений, виталистических или материалистических».

Первый постулат он тесно связывает со вторым: «Одним из следствий поддерживаемого нами принципа изначальной целесообразности является учение о влиянии упражнения и неупражнения органов, или т. н. *ламаркизм*»⁴. «...Принятие принципа упражнения и неупражнения делает, как мы уже отметили, совершенно излишней гипотезу отбора. Ибо, если организм в состоянии поступать целесообразно в случае употребления и неупотребления органов, то почему он не может вести себя точно так же и в других случаях, например, когда является необходимость произвести *новый орган*?»⁵ Здесь важно обратить внимание на одно очень важное обстоятельство — уже на уровне формулирования принципов (постулатов) отвергается отбор. Теория отбора низводится до уровня «гипотезы» и категорично отвергается.

Свое отношение к полифилетизму и явлениям конвергенции Л. С. Берг объясняет так: «...Наша точка зрения

² Берг Л. С. Омогенез или эволюция на основе закономерностей. Пб., 1922, с. 6.

³ Здесь Л. С. Берг, вероятно, имел в виду философский, натур-философский аспект. — Там же, с. 14.

⁴ Там же, с. 6.

⁵ Там же, с. 11.

есть нечто среднее между монофилетизмом, к которому склонялся Дарвин, и тем абсолютным полифилетизмом, который вначале признавал Линней...». «Процесс эволюции следует представлять себе следующим образом. Значительное количество, десятки тысяч, первичных организмов развивались параллельно, испытывая конвергентно приблизительно одинаковые превращения и совершая этот процесс одни быстрее, другие медленнее. Так, млекопитающие состоят из очень многих ветвей, каждая из которых проходила самостоятельно через (предполагаемые) стадии — червеобразную, рыбообразную, амфибиообразную, рептилиеобразную и т. д. Следовательно, развитие органического мира идет полифилетично»⁶.

Одно из центральных мест в теории номогенеза занимают преформизм и отрицание большой наследственной изменчивости:

*«Высшие признаки или зачатки их появляются у низших форм задолго до того, как они обнаружатся в полном развитии у организмов, стоящих выше в системе»*⁷.

Из этого следует, что эволюция в значительной степени есть развертывание уже существующих зачатков. «... Нет бесконечной изменчивости, — подчеркивает Л. С. Берг, — а нужный признак сразу появляется там, где ему полагается быть, без всякого посредства отбора случайно-полезных вариаций»⁸.

Вот что служит основой теории номогенеза. Ошибочность этой теории была показана оппонентами Л. С. Берга уже в 20—30-х гг. Еще более это очевидно с позиций современной биологии. Вряд ли здесь следует приводить фактологические доказательства. Совершенно ясно, что Л. С. Бергу был чужд диалектический подход в той же мере, как и материализм. В этом, вероятно, и кроется корень его ошибок. Эволюционные вопросы он пытался решить с идеалистических позиций. Однако признание ошибочности эволюционных построений Л. С. Берга ничуть не умаляет его научных заслуг в целом. Он плодотворно работал в самых различных областях знания и по праву занимает видное место в ряду крупнейших ученых.

⁶ Там же, с. 235, 279.

⁷ Эта фраза у Л. С. Берга дана как формулировка закона 1.

⁸ Берг Л. С. Номогенез или эволюция на основе закономерностей, с. 102, 103.

Наиболее резкой и уничтожающей критике в своих трудах по теории эволюции Л. С. Берг подвергал действительность естественного отбора. В нем он видел (и, надо сказать, совершенно справедливо) главное препятствие для теории номогенеза. Но удивительна непоследовательность Л. С. Берга в оценке роли отбора. В одних случаях он полностью отрицает естественный отбор; в других — допускает, но резко ограничивает сферу его действия; а в третьих — даже высказывается о возможности полного признания его эффективности, но при выполнении определенных условий, которые, по его мнению, в принципе не могут быть выполнены. При всех этих трех формах возражений острота критики было направлено на полное отрицание фактора случайности в появлении любого полезного признака и полное отрицание большой наследственной изменчивости. Теперь-то мы хорошо знаем, благодаря выдающимся достижениям современной генетики, что Л. С. Берг в этом неправ. В частности, большая наследственная изменчивость обеспечивается не только за счет мутаций. Ее можно получать в неограниченном объеме и за счет рекомбинаций. Каждый генотип уникален. Но в то время, когда Л. С. Берг выступил со своей теорией, это было не столь очевидным.

Надо сказать, что за последние три-четыре десятилетия представления о естественном отборе претерпели существенные изменения. Обусловлено это было прежде всего открытием того факта, что элементарной единицей эволюции является популяция, а не особь. Отбор из «решета» (согласно одной из ранних интерпретаций) превратился в сложный механизм (способ) подгонки, проверки популяций на соответствие постоянно меняющимся внешним по отношению к ним условиям. В результате экспериментальных исследований установлены различные формы естественного отбора (движущая, стабилизирующая, половая и т. д.). Эти же исследования установили связь между формой отбора и уровнем организации жизни, что позволяет говорить об эволюции форм естественного отбора. Таким образом, введение естественного отбора в эволюционное изучение относится к фундаментальному открытию в биологии. Однако противоречивость трактовок того, что же представляет собой естественный отбор — фактор, причину или механизм эволюционных изменений, вызывала и вызывает излишние дискуссии и начинает сдержи-

вать развитие эволюционной теории. Естественный отбор в синтетической теории эволюции чаще всего рассматривается как фактор эволюции, но также называется причиной или механизмом⁹. Такая множественная трактовка не позволяет ясно определить его место в эволюционном процессе. Дарвин же понимал естественный отбор как механизм¹⁰.

Диалектическое понимание эволюционного процесса связано с раскрытием сущности взаимодействия материальных начал — элементарной единицы эволюции (популяции) и внешних по отношению к ней сил (внешней среды). Популяция, состоящая из дискретных единиц (особей), характеризуется таким общим качеством, как генотипическая среда. Именно благодаря генетическому единству она выступает в эволюционном процессе как элементарная единица.

Чтобы определить место естественного отбора в рассматриваемом процессе, нужно четко представлять логическую последовательность того, как возникают, а затем трансформируются изменения в органическом мире. Схематично это может иметь следующий вид. В исходном положении популяция полностью адаптирована к внешним условиям (абиотическим и биотическим). Затем возникают нарушения во внешней среде. Ответом генотипической среды на эти нарушения являются новые фенотипы. Далее, все фенотипические варианты потомства, в том числе и новые, подвергаются контролю на соответствие новым условиям. В процессе этого контроля, естественного отбора формируется такое фенотипическое проявление популяции, которое оптимально адаптировано к новым условиям и соответствует новому состоянию генотипической среды. Отсюда следует, что естественный отбор есть не что иное, как механизм (способ) преобразования одних форм в другие. В этом и заключается его универсальность. Отсюда следует, что он не может выступать в качестве причины эволюции.

Было бы ошибочным утверждать, что приведенная схема является всеобъемлющей. Из нее не следует делать вывод, что в условиях стабильной внешней среды эволю-

⁹ Завадский К. М., Колчинский Э. И. Эволюция эволюции. Л., 1977.

¹⁰ Дарвин Ч. Происхождение видов. М., 1952, с. 139, 437.

ционное развитие и действие естественного отбора прекращаются. Генотопическая среда, имея значительный генетический резерв, который накапливается в частности за счет рецессивных генов, и при сравнительно постоянных условиях внешней среды способна обеспечить широкий размах модификационной изменчивости. В этом случае естественный отбор, в своей стабилизирующей форме, также выступает как механизм сохранения оптимума адаптивности популяции. Однако его легко можно принять за «движущую силу», или причину эволюции. Что, собственно, и делают микроэволюционисты.

В основных трудах по теории микроэволюции в качестве главных факторов называются в различных комбинациях мутагенез, генетические рекомбинации, генетический груз, изменения в структуре и числе хромосом, скорость смены генераций и их продолжительность, колебания численности популяций, изоляция и как постоянный элемент — естественный отбор¹¹. Показательно, что «внешняя среда в большинстве случаев в качестве фактора (или факторов) не представлена, поскольку «воздействие внешней среды, как известно, входит на правах существенного компонента в состав всех других факторов эволюции»¹². И на этом основании делается вывод, что «выделение воздействия внешней среды в качестве самостоятельного главного фактора эволюции ошибочно»¹³.

Такое направление развития эволюционного учения о жизни находится в явном противоречии с палеонтологическими данными. Известно много фактов, связанных как с закономерностями структурных соотношений признаков внутри отдельных групп, так и с закономерностями морфологической эволюции во времени (некоторые из них будут рассмотрены ниже). Они не находят объяснений с позиций синтетической теории эволюции, которую дейст-

¹¹ Чаще всего приходится сталкиваться с простым перечислением основных (главных) факторов эволюции. При этом в одном ряду стоят факторы-материальные явления и факторы-процессы. Естественный отбор относится к разряду последних. И такое разделение факторов эволюции следовало бы производить. Факторы-материальные явления можно группировать в «причины» (например, физические, химические, генетические и т. д.), а факторы-процессы — нельзя, так как они по сути своей — «механизмы» (способы) преобразования одной формы в другую.

¹² Завадский К. М., Колчинский Э. И. Указ. соч., с. 35.

¹³ Там же.

вительно следует рассматривать как теорию микроэволюции¹⁴. Именно эти факты Л. С. Берг прежде всего пытался объяснить в рамках созданной им теории номогенеза. Пусть его теория в своей основе оказалась ошибочной. Но от этого факты не перестают быть действительными. Они должны найти свое место в эволюционном учении. *Вполне можно согласиться с цитируемыми выше авторами, что настало время для создания общей теории эволюции. Несомненно и то, что основу этой теории составит современная теория микроэволюции. Но вместе с тем, в полной мере должны быть учтены закономерности, связанные с историческим развитием жизни на Земле. Иными словами, должен найти разрешение один из эволюционных парадоксов: при случайном характере и неограниченности наследственной изменчивости — направленность путей эволюции и их ограниченность.*

Попытки найти выход из создавшейся кризисной ситуации предпринимались ранее, предпринимаются и сейчас. Создание теории номогенеза было одной из таких попыток. И, надо признать, неудачной. Предложения же найти компромисс между селектогенезом и номогенезом микроэволюционистами рассматриваются как попытки возрождения номогенетических идей¹⁵ и в общем не принимаются. Здесь, действительно, не все так просто. Термин «номогенез», введенный Л. С. Бергом, отражал сущность тех факторов, которые он пытался объединить в рамках особой теории. Но большая часть его постулатов (которые составляют основу теории и без которых она не может рассматриваться по сути как законченная теория) оказалась ошибочной и в методологическом плане и, как показала современная биология, в фактологическом. Конечно, в интересах науки было бы правильным решением сохранить этот термин. Только здесь возникает чисто этический вопрос — вправе ли мы это делать? Не окажется ли положительное решение этого вопроса искажением истины? Каждый исследователь, а Л. С. Берг тем более, вправе рассчитывать на то, чтобы в истории науки объективно была отражена его деятельность и не приписывалось того, что противоречило бы самому духу его идей. Поэтому до

¹⁴ Там же, с. 5.

¹⁵ Завадский К. М., Георгиевский А. Б. К оценке эволюционных взглядов Л. С. Берга. — В кн.: Берг Л. С. Труды по теории эволюции.

того, как однозначно ответить на поставленные вопросы, нужно основательно взвесить все «за и «против».

Необходимость решения вопросов эволюции в теоретическом плане не освобождает нас от решения частных практических задач, которые с ними тесно связаны. В первую очередь это касается вопросов биохронологии. В настоящее время уже полным ходом идет реконструкция Международной стратиграфической шкалы (МСШ), которая, являясь шкалой относительного летоисчисления, оказывается необходимой для многих отраслей знаний и прежде всего биологии. Поэтому не безразлично, какого качества будет эта шкала. Сейчас происходит малозаметная, но совершенно определенная переориентация подхода к совершенствованию названной шкалы. Считалось (а большинство по-прежнему продолжает считать), что эта шкала основана на явлении этапности в развитии жизни геологических объектов.

Но, во-первых, анализ этапности в развитии разного рода объектов приводит к выводу о том, что МСШ отражает главным образом этапность в развитии жизни, которой в общих чертах соответствует этапность в развитии других геологических объектов и явлений. Во-вторых, иерархичность подразделений МСШ свидетельствует о том, что в ней отражена не только этапность, но и периодичность в смене фауны и флоры. Действительно, используя только этапность, невозможно получить иерархическую систему подразделений. Еще Ж. Кювье было замечено¹⁶, что последовательность эпох, устанавливаемых на основании фауны, ничего не говорит о продолжительности самих эпох. Только явление периодичности позволяет сгруппировать «элементарные эпохи» (этапы) в развитии жизни в иерархическую систему подразделений, каковой является МСШ. И данные абсолютной геохронологии, по существу, подтвердили однопорядковость подразделений МСШ одного ранга. По крайней мере это касается систем и отделов фанерозоя.

Таким образом, все изложенное выше позволяет считать, что имеется объективная основа для создания такой геохронологической шкалы, в которой все одноранговые

¹⁶ См.: Борисяк А. А. Избр. труды. М., 1973, с. 175.

подразделения имели бы примерно одинаковую продолжительность во времени (разумеется, с поправочным коэффициентом, который, вероятно, определяется направленностью действия факторов и процессов, связанных с необратимым развитием Земли как космического тела).

Международная стратиграфическая шкала в том виде, в каком она существует сейчас, сформировалась на базе биостратиграфического метода в результате региональных стратиграфических исследований на европейском континенте. Поэтому ее подразделения представляют собой различные геологические тела, упорядоченные во времени на основании данных палеонтологии. Следовательно, совершенно логичным было считать, что временной ее аспект является вторичным. А первичным — реальные последовательности пластов со всей зашифрованной в них информацией о событиях и процессах прошлого, в том числе и о времени.

Успешное применение европейской стратиграфической шкалы на других континентах определялось возможностями биостратиграфического метода устанавливать временные соотношения пород в глобальном масштабе. С момента ее утверждения в 1900 г. на VIII сессии Международного геологического конгресса в качестве международной считается, что ее подразделения представляют собой совокупность горных пород и выделяются на основании комплекса методов. Но если внимательно проанализировать, как это делается, то окажется, что данная совокупность определяется на основании только биологических критериев. Это противоречие и вызвало ожесточенную дискуссию по вопросам соотношения стратиграфии и биостратиграфии, общей и региональной стратиграфии, продолжающуюся вот уже десятки лет.

Дальнейшее совершенствование МСШ невозможно без четкого определения критериев и путей, которые необходимо использовать и которым нужно следовать в процессе решения общих вопросов стратиграфии. Международная стратиграфическая комиссия одобрила в качестве единственных эффективных критериев при проведении этой работы биологические, а в качестве пути — определение (уточнение) границ (а не объемов подразделений) стандартной (международной, универсальной)

шкалы ¹⁷. Такое решение комиссии меняет прежнюю методологию подхода, что многими стратиграфами еще не осознано в полной мере. Фактически ставится задача на основе биологических критериев провести более точную градуировку геохронологической шкалы, которую было бы более правильным именовать биохронологической. Временной аспект в силу данных обстоятельств выдвигается на передний план. Новый подход указывает также на необходимость более четко формулировать критерии определения ранга границ. Но этот вопрос еще ждет своего решения, так как ни путь «соглашения», ни путь «исторического прецедента» не являются удовлетворительными. Скорее всего наиболее перспективной следует признать расшифровку тех закономерностей развития органического мира, которые определяют иерархичность МСШ. Вот почему сейчас так важно систематизировать все факты, касающиеся закономерностей развития фаун и флор прежних эпох независимо от того, приводились ли они для обоснования теории номогенеза и селектогенеза или других конкурирующих и взаимоисключающих друг друга теорий и гипотез.

Вероятно, наиболее рациональным было бы осуществлять такую систематизацию в русле биохронологических исследований, а не только в рамках «неклассической биологии»¹⁸. При этом следует учитывать, что требования к таким фактам должны быть очень жесткими. Поэтому из уже имеющихся палеонтологических данных в полной мере могут быть использованы лишь данные по изученным опорным разрезам — наиболее представительные и с хорошей стратиграфической привязкой. Очень ценные материалы уже получены к настоящему времени в ходе детального изучения целых палеобассейнов разных периодов. Кроме того, много неожиданных фактов могут дать работы экостратиграфического направления.

¹⁷ Соколов Б. С. Биохронология и стратиграфические границы. — В кн.: Проблемы общей и региональной геологии. Новосибирск, 1974; Он же. Проблема границы докембрия и кембрия. — «Геология и геофизика», 1974, № 2.

¹⁸ Мейен С. В., Соколов Б. С., Шнейдер Ю. А. Классическая и неклассическая биология. Феномен Любищева. — «Вестн. АН СССР», 1977, № 10.

В связи с этим попытаемся проанализировать периодичности материала по сибирским трилобитам¹⁹, на котором наглядно проявляется их морфологической материал происходит из опорных разрезавшихся в рамках так называемой *тиграфии*. Он получен в ходе полевых работ в течение почти 20 лет на Алтее, в Сибирской платформе, Таймыре, в Средней Азии. В полученных больших коллекциях наибольшее внимание прежде всего уделялось изучением материала по возрастным стадиям. Наибольший интерес представляло то, что характеризовали большие интервалы. Если же иметь в виду, что трилобиты из групп организмов, которые характеризуются морфологическим строением, то тогда с перспективой, которые открываются в этих построениях. Этот материал, собранный в единичных палеобассейнах, позволяет совершенно составлять реальные полные линии форм, связанных несомненным рядом случаев имелись пробелы, например в варбургелловой последовательности. Эти пробелы облегчалось двумя обстоятельствами: степенью надежности корреляции отложений в глобальном масштабе и в отношении варбургелл. Практически это привело к наложению последовательности тас-салаирского, приполярного (о. Вай) и среднеазиатского палеобассейнов. Вполне возможным проследить развитие структуры организма почти от начала периода до середины девона. Вытекающие уже позволили решить ряд спорных вопросов палеонтологической стратиграфии. Они позволяют

¹⁹ Елкин Е. А. Трилобиты и стратиграфия девона юга Западной Сибири. М., 1968; Он же. Трилобиты среднего девона на юге Западной Сибири по палеонтологическим и геофизическим данным, 1967, № 8; Он же. Эволюция трилобитов и ярусное деление верхнего девона по стратиграфии. М., 1974; Древнейшие трилобиты и стратиграфия Силура Горного Алтая.

решать более общие вопросы, в частности вопросы, связанные с определением ранга биохронологических границ.

В практике биостратиграфических работ уже использовалось предположение о том, что возрастающему рангу стратиграфических подразделений соответствует и возрастающий ранг биологических таксонов. Но сейчас стало совершенно очевидным, что этот постулат выдерживается только в общих чертах и такого рода критерии непригодны для определения границ ²⁰. В связи с этим, а также с учетом опыта международного сотрудничества в области стратиграфии был выдвинут тезис о том, что последовательности видовых зон являются определяющими при решении вопросов о стратиграфических границах всей их иерархической гаммы. Иными словами, вопрос о границах любого ранга должен решаться на видовом уровне ²¹. Анализируемые ниже данные по трилобитам полностью согласуются с этим заключением. Кроме того, нужно отметить, что эти же данные позволяют вести анализ в рамках концепции арогенного и аллогенного развития органического мира, но без резкого противопоставления характера одних изменений другим, а с выделением промежуточных стадий.

Панцирь трилобитов относится к такому элементу строения организма, главная функция которого — служить наружным скелетом. Поэтому сложность его морфологии определяется сложностью внутреннего строения этих животных: с одной стороны — высокой степенью олигомеризации (или интеграции метамеров), а с другой — глубокой функциональной специализацией различных органов.

При сравнении двух смежных в филогенетической цепи видов трилобитов обращают на себя внимание прежде всего изменения в степени выраженности боковых борозд глабели и характере расчленения пигидия. Боковые борозды глабели являются следами первичной сегментации аннелидоподобного предка трилобитов. И если иметь в виду, что тип членистоногих эволюционировал в направлении интеграции единичных полимеров,

²⁰ Меннер В. В. Три основные проблемы стратиграфии. — «Вестн. Моск. ун-та. Сер. геол.», 1975, № 6.

²¹ Соколов Б. С. Биохронология и стратиграфические границы.

цефализации и тагматизации, то становится ясной значимость в эволюционном плане изменений этих признаков. Кроме того, боковые борозды глабели обычно связываются со следами прикрепления мышц конечностей головного отдела тела (цефалона), которые выполняли жевательные функции. Таким образом, в этом признаке в какой-то мере находит свое отражение и эволюция структур, непосредственно связанных с питанием животных, которые, как известно, занимают определяющее место в эволюции органического мира.

Столь же важным является и характер расчленения пигидия. В последнее время приведены доказательства того, что плевроальные части сегментов и пигидия являются вместилищем артериальных и венозных ветвей кровеносной системы трилобитов²². Эта система помимо обеспечения всех органов животного кислородом непосредственно участвует в формировании скелета, в данном случае панциря. Поэтому качественные и количественные изменения, касающиеся признаков плевроальных частей пигидия, до некоторой степени могли отражать и эволюцию элементов, составляющих кровеносную систему.

Изменения названных выше признаков во времени можно наблюдать на примере дехенеллоидных трилобитов. Эти признаки позволяют не только говорить о масштабе (уровне, ранге) этих изменений, но и наметить совершенно определенные закономерности в направлении самого эволюционного процесса. Филогенетическая последовательность варбургелл включает 9 видов — от *W. kolobovae* до *W. rugulosa* (рис. 1)²³. Приведенная схема родственных взаимоотношений видов составлена с учетом их реального стратиграфического распространения и онтогенетического развития видов *W. obscura* и *W. rugulosa*, что позволяет связать их генетическими отношениями с видом *W. tcherkesovae*. Эта схема может служить иллюстрацией характера морфологических изменений при переходе от одного вида к другому. Наиболее резкие изменения фиксируются между видами главного ствола развития: *insperata*—*obscura*—*tcherkesovae*—*rugulosa*, которые, вероятно, носят арогенный характер

²² Campbell K. S. W. The functional morphology of Cryptolithus.— «Fossils and Strata», 1974, N 4.

²³ Вид *W. kolobovae* предшествует виду *W. insperata*.

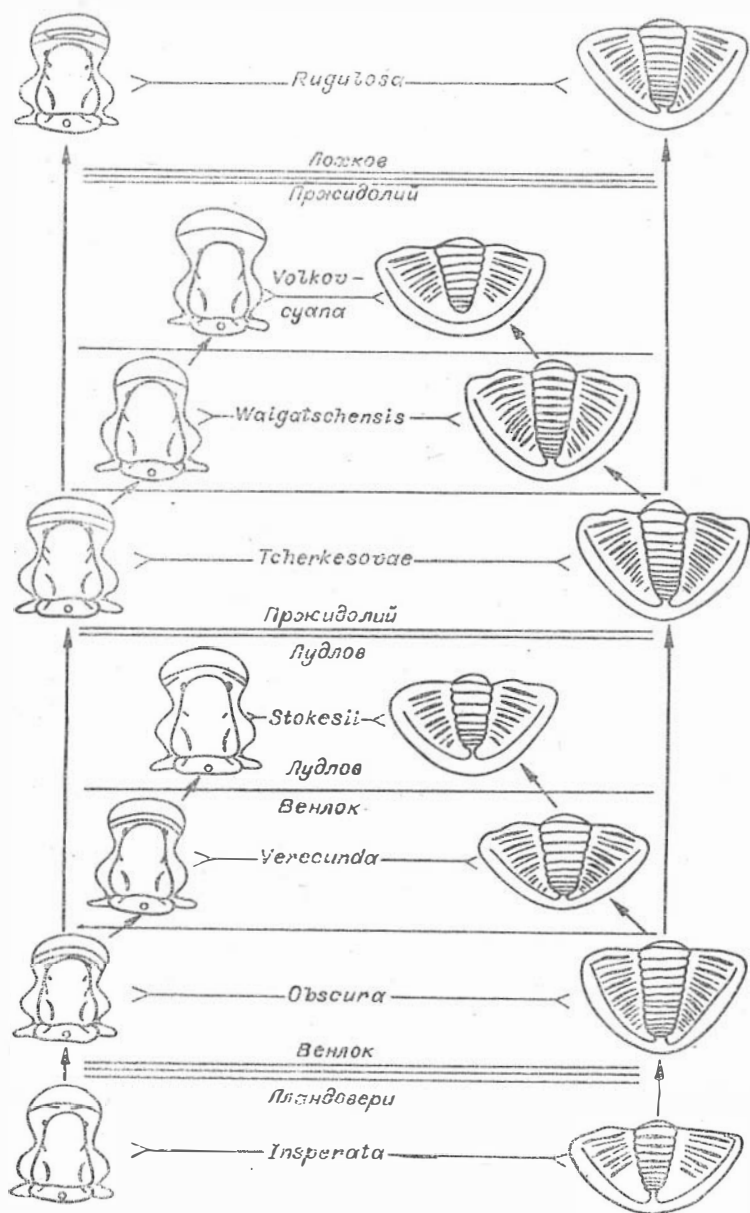


Рис. 1. Родственные отношения видов рода *Warburgella*.

или очень близкий к нему. Переходы между остальными видами явно связаны со специализацией и их следует относить к разряду аллогенных.

Для того, чтобы расположить по рангу орогенные переходы, необходима дополнительная информация. Так, с появлением в Подолии вида *W. rugulosa* связано появление там еще одного вида того же рода — *W. althi*, который по своему строению значительно уклоняется от главного ствола развития и представляет собой переходную форму к истинным дехенеллам²⁴, т. е. дехенеллам, которые встречены в нижнем девоне Таймыра и Северо-Востока СССР. Еще один вид (*W. eureka*) отделился от типичных варбургелл в это же самое время на северо-американском континенте²⁵. Наконец, род *Khalfinella* появляется в самом начале девона и продолжает собой в дальнейшем варбургелловую линию развития. Представители его пользуются наибольшим распространением в разрезах девона на юге Западной Сибири. Таким образом, с появлением вида *W. rugulosa* связана радиация других близко родственных ему форм, которые были адаптированы к условиям резко отличающихся палеобиогеографических областей. Такую адаптивную радиацию, в отличие от радиации форм, связанной с одним биотопом или бассейном, следовало бы именовать адаптивной макрорадиацией. Она свидетельствует о глубоких преобразованиях структуры, которую представляют собой варбургеллы. Более того, с этого рубежа дальнейшее ее развитие происходило в двух противоположных направлениях. В строении дехенелл ясно выражена тенденция к усложнению исходной варбургелловой структуры — усложнению строения цефалона и увеличению степени расчленения пигидия. Дехенеллы освоили холодноводный девонский бассейн Северо-Восточной Азии. В то же самое время у халфинелл происходило упрощение строения как цефалона, так и пигидия. Областью их обитания стали древние тепловодные бассейны палеотетиса. Ничего подобного ни на одном из рассматриваемых здесь рубежей в развитии дехенелл

²⁴ Елкин Е. А. Новые представители рода *Dechenella* в нижнем девоне Таймыра и Северо-Востока СССР. — В кн.: Фауна и стратиграфия среднего и верхнего палеозоя Сибири. Новосибирск, 1978.

²⁵ Первоначально вид *W. eureka* был выделен как подвид вида *W. rugulosa*.

не обнаружено. Это свидетельствует о высоком ранге уровня, связанного с появлением *W. rugulosa*, и подтверждает правильность принятого решения о выборе его в качестве границы между силурийским и девонским периодами.

Переходы от *W. insperata* к *W. obscura* и от *W. obscura* к *W. tcherkesovae* близки по рангу. Первому вначале даже отдавалось предпочтение. Но нужно учесть, что в строении видов, группирующихся вокруг *tcherkesovae*, (*waigatschensis*, *volkovcyana*), появляется такая характерная уже для девонских халфинелл особенность, как просто устроенное предглазельное поле. Эта особенность, а также арчатый рельеф плевральных ребер вида *tcherkesovae* выдвигают рубеж, связанный с его появлением, на первое место. Рассмотренные только что два перехода от одного вида к другому трудно интерпретировать однозначно как аргонные или аллогенные. Хотя здесь здесь налицо крупные морфологические изменения, но в то же время отсутствует радиация форм.

Остальные переходы от вида к виду в варбургелловой филогенетической последовательности форм, безусловно, имеют аллогенный характер. Любопытен тот факт, что развитие в обеих специализированных ветвях (*obscura* — *verecunda* — *stokesi* и *tcherkesovae* — *waigatschensis* — *volkovcyana*) происходило в сторону упрощения организации.

Теперь остается проанализировать в таком же плане переходы в филогенетических линиях форм, относящихся к девону. Одна из них (халфинелловая) непосредственно продолжает развитие варбургелловой структуры, а еще одна (ганинелловая) относится к самостоятельной линии, корни которой уходят в силур. Виды, объединяемые сейчас под родовым названием *Ganinella*, ранее считались истинными дехенеллами. Затем они были отделены от дехенелл путем включения названного рода в состав нового подсемейства *Schizoproetinae*²⁶, которое рассматривалось в составе семейства *Dechenellidae*, что предполагало происхождение шизопроетин и дехенеллин в начале девона от одного общего предка. Однако описание из верхов силура Подолии нового вида *Proetus*

²⁶ Елкин Е. А. Трилобиты (дехенеллиды) и стратиграфия нижнего и среднего девона юга Западной Сибири.

(*Proetus*) *scalicus* Bal., имеющего тот же план строения, что и ганинеллы, заставляет скорректировать предыдущие выводы. Приходится признать фактом параллельное развитие варбургелло — дехенелло — халфинелловой структуры, с одной стороны, и ганинелловой — с другой. Но для нас сейчас важно не это обстоятельство, хотя *его следует иметь в виду*. Для решения поставленной задачи важнее выяснить закономерности в направленности развития той или иной целостной структуры организмов и особенности эволюционных переходов от одного вида к другому в конкретных филогенетических линиях форм.

Халфинелловая последовательность видов (рис. 2) демонстрирует в некотором роде тот путь, который прошла в своей эволюции варбургелловая структура в силурийский период. Но со своими особенностями и с использованием эволюционных находок, приобретенных варбургеллами. Действительно, у первого представителя халфинелл — вида *Kh. gratsianovae*²⁷, как и у первых варбургелл, пигидии очень просты по своему строению. Плевральные их части расчленены очень слабо. Но цефалон имеет такое же простое строение предглабельного поля, какое сформировалось у варбургелл группы *tcherkesovae*. Все дальнейшие преобразования при переходе от одного вида к другому у халфинелл, как и у варбургелл, заключались в варьировании расчленения плевральных частей пигидия и степени проявления боковых борозд глабели, но с двумя особенностями — при постоянстве числа рахиальных колец пигидия и при деинтегрированности передних и задних ветвей плевральных ребер. Последняя особенность отмечается уже у силурийских проетоидных трилобитов. На основании

²⁷ Вид *Kh. gratsianovae* первоначально был выделен как одна из диморфных форм вида *Kh. prima*, хотя с самого начала были видны их различия на качественном уровне. Это же подтверждали и графики, построенные на основании изменения количественных признаков по возрастным стадиям этих двух морф. Осторожность с выделением нового таксона объясняется тем, что вначале обе формы были встречены совместно на одном и том же стратиграфическом уровне. Тогда не до конца был осмыслен и факт совместного сонахождения двух филогенетически связанных между собой видов. Сейчас морфа, которой дано новое видовое название *gratsianovae* в честь крупного специалиста в области биостратиграфии девона Р. Т. Грациановой, обнаружена в более древних отложениях (томьчумышских слоях Салаира), и ее обособление становится необходимым.

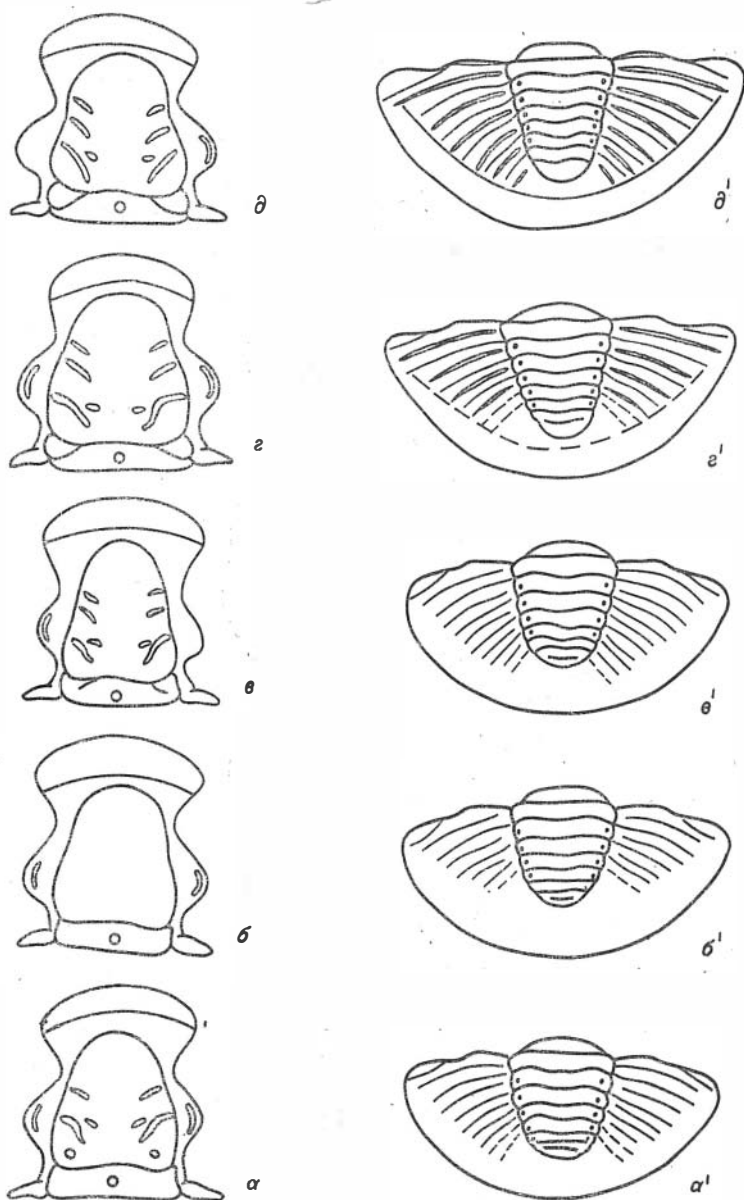


Рис. 2. Эволюционная последовательность видов рода *Khaljinella*.
 а—а' — *prima*, б—б' — *attenuata*, в—в' — *glabra*, г—г' — *elegantula*, д—д' — *carinata*.

всего сказанного можно дать относительную оценку ранга того или иного рубежа, связанного с появлением того или иного вида в халфинелловой последовательности форм.

Наиболее крупные изменения в морфологии халфинелл произошли при переходе от *Kh. gradra* к *Kh. elegantula*: произошла интеграция двух ветвей смежных плевр в единое образование — ребра и оформились за-тылочные лопасти в самостоятельный морфологический элемент. Уровень этих морфологических изменений такой же, как и при переходе от *W. insperata* к *W. obscura*, что позволяет считать их одноранговыми.

Следующим нисходящим по рангу в халфинелловом ряду видом является переход от *Kh. prima* к *Kh. attenuata*. Прежде всего следует отметить, что он связан со значительным упрощением организации — уменьшением расчленения пигидия и меньшей степенью выраженности боковых борозд габели. Здесь обнаруживается та же тенденция, что и при переходе от варбургелл к халфинеллам, но выраженная в значительно меньшем масштабе. Сравнение этого перехода с переходами между видами в варбургелловой последовательности показывает, что в последней близкого ему по рангу перехода нет. Учитывая характер и направленность морфологических изменений от вида *W. kolobovae* к виду *W. insperata*, можно только предположить, что уровень появления *kolobovae* может соответствовать по рангу переходу от *Kh. prima* к *Kh. attenuata*.

Наконец, анализ характера морфологических изменений на оставшихся переходах от вида к виду в халфинелловой последовательности форм показывает, что они по своему рангу соответствуют переходам у варбургелл между видами специализированных ветвей. Но направление развития у халфинелл, в отличие от варбургелл, идет в сторону усложнения их организации.

Для завершения упорядочения рубежей по их рангу, намечаемых в первой половине девона по дехенеллоидным трилобитам, остается рассмотреть ганинелловую, эволюционную последовательность форм. Ганинеллы несмотря на то, что они не связаны близким родством с халфинеллами, претерпевали в своем развитии точно такой же характер изменений до рубежа, связанного с появлением *Kh. elegantura*.

До этого времени наблюдается полный параллелизм в их развитии. Но именно здесь намечаются и различия. Они касаются прежде всего характера самого перехода²⁸. В то время как у халфинелл этот переход сопровождался резкими морфологическими изменениями (что уже отмечалось выше), у ганинелл он был связан только со сменой направления развития от усложнения к упрощению их организации (рис. 3). Причем эта смена направления развития происходила на подвидовом уровне. Все это дает основание считать очень короткий интервал от появления *Kh. elegantula* и *G. dombrowiensis dombrowiensis* до появления *Kh. carinata* и *G. dombrowiensis brevis* своеобразным переходным звеном, но уже в рамках нового этапа. В эволюции дехенеллид данный интервал фиксируется появлением представителей и других родов, например, рода *Lacunoporaspis*. Этот интервал поэтому и был выделен в составе среднего девона юга Западной Сибири в качестве особого подразделения — «базальных слоев». Таким образом, выше рубежа, отмеченного появлением *Kh. elegantula*, можно говорить только о трех этапах в развитии ганинелл, отмеченных появлением видов *G. dombrowiensis*, *G. batchatensis* и *G. schebalinoensis*. И, начиная с подвида *G. dombrowiensis brevis*, у названных видов обнаруживается четко выраженная тенденция к упрощению их организации. Она имеет точно такой же характер, что и направление развития в специализированных ветвях варбургелл, и свидетельствует об одноранговости переходов между видами этих ветвей и перечисленными выше ганинеллами.

Вот та фактическая основа, на которой объективно можно рассматривать вопрос о ранге одного биостратиграфического рубежа по отношению к другому. Надо сказать, что такого рода материал достаточно редок. Выше отмечалось, что он собирался в течение почти 20 лет. За этот период удалось выявить только одну варбургеллю — дехенеллову линию развития, которая охватывает временной интервал почти в полторы системы. Среди среднепалеозойских трилобитов филогенетические последовательности в два-три и даже четыре вида не такая уж редкость. Но из-за того, что они характе-

²⁸ Елкин Е. А. О границе нижнего и среднего девона на юге Западной Сибири по трилобитам.

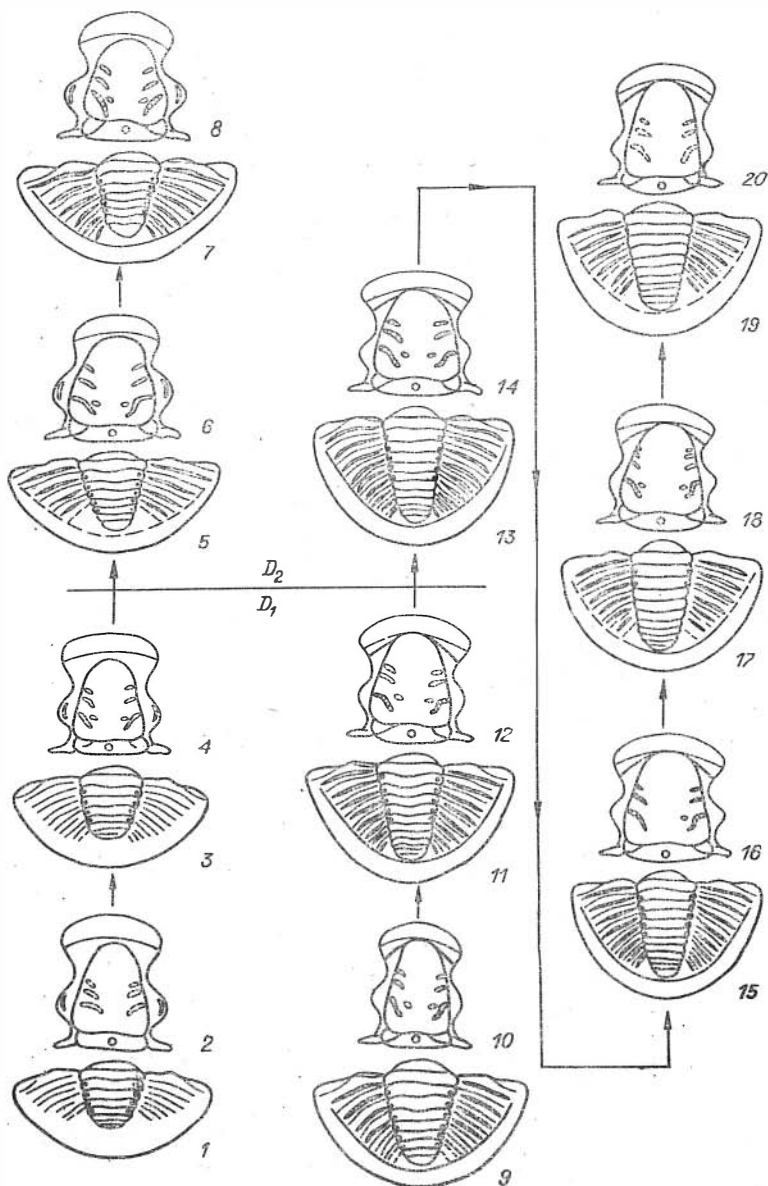


Рис. 3. Эволюционные последовательности видов родов *Khalfinella* и *Ganinella*.

1, 2 — *Kh. attenuata*, 3, 4 — *Kh. glabra* 5, 6 — *Kh. elegantula*, 7, 8 — *Kh. carinata*, 9, 10 — *G. ichernyshevae*, 11, 12 — *G. diversa*, 13, 14 — *G. dombrowiensis*, 15, 16 — *G. dombrowiensis brevis*, 17, 18 — *G. batchatensis*, 19, 20 — *G. schebalinoensis*. D_1 — нижний девон, D_2 — средний девон.

ризуют небольшие стратиграфические уровни или имеют существенные пробелы («зияния»), практически трудно уловить общие закономерности в развитии той или иной структуры. Закономерная направленность развития в такого рода последовательностях видов становится понятной лишь тогда, когда накладываешь их на рассматриваемую выше (по варбургеллам, халфинеллам и ганинеллам). Выясняется, что в одно и то же время, с одной стороны, развитие в генетически более близких линиях могло происходить различными путями и с другой — в неродственных линиях по одному и тому же пути. Так, если сравнивать генетически близких халфинелл и дехенелл на раннедевонском этапе их развития, то можно обнаружить, что рубежу, выраженному у халфинелл упрощением их организации, соответствует у дехенелл усложнение. Вместе с тем у халфинелл и ганинелл, относящихся к разобщенным в генетическом смысле стволам, наблюдается синхронное развитие. Объясняется это обстоятельство может тем, что развитие халфинелл и дехенелл происходило в различных бассейнах, принадлежавших различным палеобиогеографическим областям, а халфинелл и ганинелл — в пределах единого бассейна. Анализируя весь материал, невольно приходишь к выводу, что в развитии среднепалеозойских трилобитов больше закономерного элемента, чем случайного. Этот материал мог бы стать убедительным подтверждением номогенетического (закономерного) развития ограниченного мира, но не predeterminedного заранее. И он же позволяет отвергнуть идеалистическое толкование причин, обуславливающих эти закономерности развития.

Представим результаты проведенного выше анализа по оценке ранга того или иного рубежа в графическом виде в двух формах. Первая форма (рис. 4А) — это график, на котором изображено соотношение направленного и поступательного развития: по горизонтали через равные промежутки показаны последовательности видов, а по вертикали — число интервалов в однонаправленных ветвях независимо от направления развития (упрощение или усложнение структуры). Данная процедура представляет собой в некотором роде перевод филогенетической схемы из вертикального в горизонтальное положение. Проецирование этой картины на прямую («стрелу времени»), с указанием относительного уровня

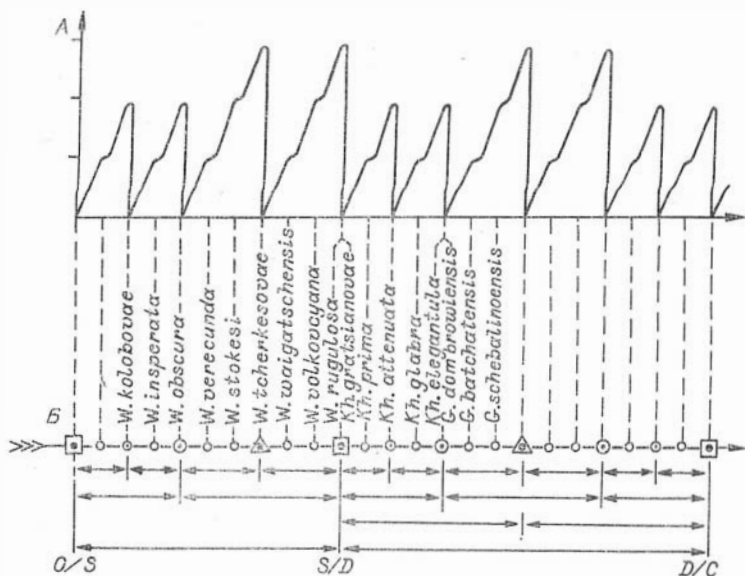


Рис. 4. Ранговые соотношения в силуре и девоне биохронологических рубежей, намечаемых по филогенетическим последовательностям дехенелловидных трилобитов.

a — одноранговые уровни морфологических изменений. *O* — ордовик, *S* — силур, *D* — девон, *C* — карбон.

(ранга) морфологических изменений, позволяет получить другую форму графика (рис. 4Б). Чтобы иметь полную картину ранговых соотношений биостратиграфических рубежей для силурийского и девонского периодов, мы использовали дополнительный материал по лландоверийским факопидам Сибирской платформы и палеонтологический материал по верхней половине девона, который в концентрированном виде отражен в региональных стратиграфических схемах и МСШ.

Лландоверийский интервал времени на Сибирской платформе фиксируется филогенетической последовательностью форм рода *Acernaspis*, состоящего из четырех видов. Направление развития и относительный масштаб морфологических изменений при переходе от одного вида к другому в этой последовательности аналогичны изменениям в раннедевонской халфинелловой последовательности видов. Здесь находят себе подтверждение выводы

о сравнительно высоком ранге рубежа, связанного с появлением вида *W. kolobovae*, и о делении лландовери по развитию мегафауны на две разновеликие части²⁹. Позднему лландовери отвечает варбургелловая ветвь *kolobovae* — *insperata* и соответствующая ей ацернасписовая ветвь, состоящая из двух видов, а раннему лландовери — ацернасписовая ветвь из двух видов с аналогичной направленностью развития, что и показано на рис. 4.

Разноранговость биостратиграфических рубежей в интервале верхней половины девона рельефно выражена в МСШ. Известно, что наиболее резкие преобразования девонской фауны связаны со стратиграфическим уровнем, который принимается за границу нижней и верхней частей среднего девона. В СССР этот уровень рассматривается как основание живета. Следующей нисходящей по рангу является граница среднего и верхнего девона, что подтверждается развитием всей мегафауны. Из биостратиграфических границ в верхнем девоне наиболее резкой является, безусловно, граница франского и фаменского ярусов, на которой происходит значительная перестройка фаунистических сообществ, связанная, в частности, с вымиранием больших групп трилобитов, брахиопод, кораллов и пр. Подъярусные же подразделения франа и фамена в биостратиграфическом отношении представляют собой элементарные этапы в развитии мегафауны того же порядка, что и этапы, фиксируемые в первой половине девона по трилобитам (дехенеллидам) и брахиоподам³⁰. Например, по мнению Р. Т. Грациановой, на территории юга Западной Сибири и Казахстана в развитии циртоспириферид во фране и фамене намечаются по два этапа (слои с *C. achmet* и с *C. tenticuliformis*, слои с *C. calcaratus* и с *C. sulcifer* соответственно). Все это подтверждает корректность и правомочность ранжирования в едином плане всех биостратиграфических уровней, как показано на рис. 4Б. Следует только подчеркнуть, что за биостратиграфическими рубежами,

²⁹ Cocks L. R. M., Holland C. H., Rickards R. B., Strachan I. A correlation of Silurian rocks in the British Isles.— «Geol. Soc.», 1971, Special Report, N 1.

³⁰ Елкин Е. А. Стратиграфия морских нижнедевонских и эйфельских отложений Алтае-Саянской складчатой области.— В кн.: Стратиграфия нижнего и среднего девона. Л., 1973. (Труды III Межд. симп. по границе силура и девона, т. II).

показанными на этом рисунке, стоят реальные (а не абстрактные) стратиграфические границы региональных схем и МСШ.

При анализе графика, приведенного на рис. 4А, обращает на себя внимание прежде всего четко выраженная периодичность в развитии дехенеллоидных трилобитов. Она нуждается в пояснении. Если стать на позиции микроэволюционистов, считающих, что эволюционные преобразования обусловлены взаимодействием только внутренних факторов, мы можем прийти к объяснениям ортогенетического толка, а это, по существу, является ступенькой в «изначальной целесообразности» Л. С. Берга. Геологи и палеонтологи предпочитают искать причины такого рода периодичности в характере изменения факторов внешней среды, таких как тектогенез и вулканизм, изменения климата, состав атмосферы и соленость Мирового океана и в меньшей мере Космос. Действительно, первое, с чем палеонтолог сталкивается при полевых исследованиях, — это зависимость систематического состава палеобиоценозов от фаций, солености бассейнов, приуроченности их к определенным климатическим поясам и палеобиогеографическим областям и т. д. Поэтому признание зависимости развития органического мира от факторов окружающей среды, связанных с преобразованиями и процессами, которые происходят в различных оболочках Земли, не нуждается в специальных доказательствах. Другой вопрос — можно ли объяснить только этими факторами закономерности развития органической природы? Не находится ли эволюция оболочек Земли, в том числе и биосферы, в прямой зависимости от факторов, связанных с космическими причинами? Во многих работах можно найти положительный ответ на последний вопрос. Однако сомнения возникают тогда, когда приходится называть конкретные причины — космические лучи, электромагнитное поле, галактический год, вспышки сверхновых звезд и т. п. Рассуждения в этом плане, как правило, страдают неопределенностью и поэтому представляются неубедительными.

Характер графика (рис. 4А) показывает, что только земных факторов недостаточно для объяснения подобной картины. То, что главные эволюционные преобразования осуществлялись под влиянием глобально дейст-

вующих факторов, не вызывает сомнений. Значит, нужно искать эти глобально действующие факторы.

Из всех земных процессов, вероятно, только процессы, происходящие в атмосфере, в том числе и такие, которые связаны с взаимодействием ее с космосом, могут обеспечить глобальную масштабность. Они, безусловно, оказывали существенное влияние на развитие жизни, но не на развитие, скажем, твердых оболочек Земли. Развитие последних в большей мере, видимо, определялось гравитационным полем Земли и ближайшего космоса (Солнечной системы, нашей Галактики). Все это позволяет выдвинуть гипотезу об определяющем влиянии на процесс органической эволюции изменения напряженности гравитационного поля околоземного пространства и флуктуаций космического излучения. Данные экспериментальной биологии не расходятся с этим выводом. Доказано, что самое радикальное изменение наследственной структуры организма или популяции можно получить в результате воздействия на них ионизирующей радиацией. Именно таким путем достигаются качественные (скачкообразные) преобразования материальных носителей наследственности и вызывается массовая гибель организмов. Именно с такими явлениями палеонтология сталкивается на каждом шагу. Другое дело — каким образом осуществляются эти быстрые преобразования? Но и в данном вопросе в последнее время наметился определенный прогресс — скачкообразные эволюционные переходы находят подтверждения в эксперименте ³¹.

Определить характер влияния гравитационного поля значительно сложнее. На геологическом материале установлено, что в ходе исторического развития Земли происходило увеличение гравитационной постоянной (g)³². Остроумными и смелыми сопоставлениями ³³ показано, что органический мир в ходе эволюционного развития был не индифферентен к таким изменениям. В цитиро-

³¹ Красилов В. А. К теории экостратиграфической классификации. — «Геология и геофизика», 1977, № 10.

³² Смирнов Л. С., Любина Ю. Н. О возможности изучения изменения силы тяжести с геологическим временем. — ДАН СССР, т. 187, № 4.

³³ Кренделев Ф. П. Изменение силы тяжести в геологическом прошлом Земли по результатам изучения химического состава костей позвоночных. — «Геология и геофизика», 1977, № 6.

ванной же работе приведены медико-биологические данные о длительном пребывании человека в космическом пространстве, которые также являются весьма красноречивыми. В условиях невесомости начинается процесс декальцитизации организма, вынос кальция — основного компонента скелета. Если посмотреть с этой точки зрения на результаты эволюционного процесса, то может быть и не таким уж загадочным окажется «внезапное» появление скелетных организмов в начале кембрия. Резкое увеличение напряженности гравитационного поля могло вызвать одновременное скелетообразование в различных стволах органического мира. И если это было действительно так, то рубеж, связанный с появлением скелетообразующих организмов, является наиболее важным претендентом для разграничения докембрия и кембрия.

Таким образом, высказанная выше гипотеза об определяющем влиянии на развитие органического мира космических факторов — космической радиации и гравитационного поля, — как видим, не лишена смысла. Она не противоречит известным фактам, а наоборот, объясняет многие факты, которые сейчас кажутся загадочными. С этих позиций становится понятным и логически объяснимым известный синхронизм многих геологических процессов и явлений. Эту гипотезу подтверждает и график, изображенный на рис. 4А и представляющий собой запись в земных слоях изменений физических параметров с помощью биологического инструмента. Такое понимание сущности палеонтологической летописи ставит «биологические часы» в качественном отношении вровень с «кварцевыми» и «атомными» часами, в основе которых также лежит реальный физический процесс. Для полного принятия этой аналогии нужно лишь доказать, что все подразделения геохронологической шкалы или являются равнозначными по длительности, или подчиняются какой-то единой закономерности.

Анализ графика, изображенного на рис. 4Б, позволяет внести в этот вопрос некоторую ясность. Давно известно, исходя из эмпирического стратиграфо-палеонтологического материала и радиометрических датировок, что силурийский и девонский периоды, при очевидной их одноранговости, различны по продолжительности. И в этом отношении силурийский период сходен с неогено-

вым, а девонский — с кембрийским, ордовикским и др. Упорядочение биохронологических рубежей по рангу внутри силура и девона, как показано на рис. 4Б, позволяет дать более строгую иерархизацию подразделений внутри этих систем, назвать одноранговые подразделения и указать на черты их сходства и отличия. Прежде всего обращает на себя внимание то, что в силуре мы не находим подразделения, которое было бы аналогом верхнего девона. Далее, в девоне намечается и двучленное и трехчленное деление. Причем при двучленном делении мы имеем равноценные части, а при трехчленном — нижнее и верхнее подразделения, исходя из элементарных шагов в развитии трилобитов, равноценны, а среднее — на два шага больше каждого из них. Закономерности, свойственной трехчленному делению девона, отвечает двучленное деление силура. Тот же график показывает неравноценность подразделений и следующего более низкого рангового уровня, так же, как и объединяющую их закономерность. Все это позволяет с новых позиций вести дискуссию о количестве отделов в той или иной системе или о количестве ярусов в том или ином отделе, а главное — наметить общий подход для выделения одноранговых подразделений в составе различных систем. В табл. 1 отражен вариант современного расчленения силура и девона, в основе которого лежит МСШ, внесенные новые предложения и та ранговая система подразделений, которая намечается с учетом сделанных выше выводов.

Те же самые закономерности, которые обуславливают иерархичность подразделений внутри силура и девона вместе с известными закономерностями³⁴ по соотношению более крупных подразделений МСШ, позволяют по-новому взглянуть и на фанерозойскую шкалу в целом (табл. 2). Единственным фактом, не укладывающимся в общую закономерность, является положение меловой системы. Однако нужно учитывать, что вопрос о разделении мела на две самостоятельные системы уже поставлен. Поэтому предложенные здесь две модели строения систем разного типа могут оказаться весьма полезными. Из общей закономерности вытекает, что нижний мел по

³⁴ Меннер В. В. Указ. соч.

Таблица 1

Модель соотношений дробных подразделений в системах двух типов на примере силура и девоны *

Система и подсистема		Отдел	Подотдел (рус)	Ярус (подъярус), горизонт		
Девонская	Верхняя	Верхний	Фамен	Верхний Нижний		
			Фраг	Верхний Нижний		
		Средний	«Живет»	Верхний Средний Нижний		
			«Эйфель»	Верхний/Далей Средний/Злихов Нижний/Салапркинский		
	Нижняя	Нижний	«Праг-ен»	Верхний/Малобачатский Нижний/Верхнекрековский		
			Лох-ков	Верхний/Нижнекрековский Нижний/Томьчумышский		
		Силурийская	Верхний (Подолни **)	Прихидог	Верхний/Звенигородский Средний/Рашковский Нижний/Исаковский	
				Салон	Верхний /Лейнтвардайн, Бринджвуд, Элтон	
Нижний (Лландоверн)	«Верх. лланд.»		Венлок		Средний/Гомер Нижний/Шейнвуд	
	«Нижн. лланд.»		Верхний/Телч Нижний/Фроп			
			«Нижн. лланд.»	Верхний/Идвий Нижний/Раддэн		

* Использованная терминология включает названия подразделений МСН и региональных схем по силуру — Англии и Подолни, а по девоны — Баррандиена и Салаира.

** Это название предложено автором в ответах на вопросы анкеты президента Международной подкомиссии по стратиграфии силура проф. Холланда о расчленении силурийской системы на отделы.

Таблица 2

Модель соотношения крупных подразделений фаерозоя

Эонотема	Подэонотема	Эратема	Система и подсистема		Отдел		
Фаерозойская	Верхняя (мезо-кайнозойская)	Верхняя («кайнозой»)	Квартер				
			Неоген			2	
			Палеоген			3	
			Мел	Верхний			
				Нижний			
			Юра			3	
		Триас			3		
		Нижняя (палеозойская)	Верхняя («мезазой»)	Пермь			2
				Карбон			3
	Девон				3		
	Нижняя («палеозой»)		Силур			2	
			Ордовик			3	
			Кембрий			3	
	Докембрий						

соотношению своих подразделений должен быть аналогичным силуру, а верхний мел — девону.

Сравнение двух схем (см. табл. 1 и 2) показывает, что в общей иерархии геохронологических (стратиграфических) подразделений мы сталкиваемся с двумя уровнями однотипных интервалов. Первый соответствует элементарному эволюционному шагу в развитии трилобитов, который можно рассматривать как хронозону. Этот же интервал одними трактуется как подъярус, а другими — как ярус (см. табл. 1). Второй уровень однотипных интервалов соответствует эре (эратеме) в объеме метазоя. Названные два уровня однотипных подразделений разделены между собой тремя уровнями разнотипных подразделений — системой, отделом, подразделом. Теперь, если допустить, что эра представляет собой суперхронозону, то тогда подэратему (палеозой) нужно возвести в ранг суперподотдела, а весь фанерозой — в суперотдел типа нижнего или верхнего девона. Это полностью соответствует общеизвестным фактам и выводам. Так, вся практика биостратиграфических работ подтверждает самый высокий в пределах фанерозоя ранг геохронологического рубежа, соответствующего основанию мезозоя, так же, как и высокий ранг рубежа по основанию девона (метазоя)³⁵. Здесь находит свое место и заключение о высоком ранге рубежа по основанию голоцена³⁶. Сопоставляя результаты анализа проявления эпох складчатости в истории Земли, проведенного в только что цитированной работе, со сделанными выше выводами и заключениями, нетрудно убедиться, что четырем фанерозойским тектономагматическим эпохам (эпохам складчатости — каледонской, герцинской, мезозойской и альпийской) соответствуют четыре суперхронозоны. Отсюда открываются обнадеживающие перспективы для выделения в докембрии крупных мегакронов путем группирования отдельных эпох складчатости в их полной докембрийской последовательности, используя рассмотренные выше закономерности. Таким путем уже сейчас можно подойти к созданию единого каркаса геохронологической шкалы.

³⁵ Друщид В. В., Шиманский В. Н. Об объеме палеозойской эры. — ДАН СССР, 1962, т. 144, № 5.

³⁶ Меннер В. В., Штрейс Н. А. О тектонических аспектах геохронологической шкалы. — В кн.: Проблемы теоретической и региональной тектоники. М., 1971.

Предложенные модели биохронологических шкал для периодов разного типа и фанерозоя в целом являются составными частями этой единой геохронологической шкалы. В их основе, как было показано выше, лежит этапность и периодичность в развитии органического мира, а также те закономерности в физических процессах, которыми и обусловлен ход эволюционного развития биосферы и других оболочек Земли. Вероятно, недалек тот день, когда будет создана такая шкала от архея до голоцена. Возможно, она окажется нужной астрофизикам в той же мере, что и геологам, и биологам. Но уже сейчас становится ясным, что есть альтернатива принципу «соглашения» в решении общих вопросов стратиграфии и биохронологии. Становится ясным, что многие из этих вопросов нужно решать не только с позиций «или — или», но и с позиций «и то, и другое». Наконец, находит свое логическое объяснение биохронологический парадокс, заключающийся в том, что каждое крупное геохронологическое подразделение, с одной стороны, представляет собой сумму хронозон, а с другой — обладает совершенно определенным единством, характеризуемым более крупным этапом в развитии органического мира.

Исходя из всего изложенного выше, намечаются и новые направления биохронологических исследований:

1. Изучение эволюционных переходов на рубежах качественного преобразования древних биот. Полученные первые результаты³⁷ свидетельствуют о том, что главные события этого рода происходили в очень короткий промежуток времени (примерно 50 тыс. лет). Такие исследования позволят глубже понять сущность биостратиграфических границ. В палеобиологическом плане они, вероятно, помогут преодолеть антагонизм моно- и полифилетизма. Действительно, если монофилию рассматривать как развитие по типу филогенетического замещения форм, дифилию — по двум противоположным направлениям, а полифилию — по способу адаптивной радиации, то нет оснований противопоставлять эти явления. Наоборот, только при таком подходе можно по-

³⁷ Елкин Е.А. Пограничные и переходные слои: их место в Международной стратиграфической шкале и критерии выделения. — В кн.: Стратиграфия и седиментология. Геология докембрия. XXV сессия МГК. Доклады советских геологов. М., 1976.

дойти к истокам параллелизмов и только тогда начнет давать отдачу в полной мере закон гомологических рядов.

2. Познание причин, обуславливающих различную скорость эволюции разных групп органического мира при одних и тех же условиях внешней среды. Иными словами, нужно понять, чем обусловлено эмпирически установленное разделение фаун и флор на орто- и парастратиграфические группы. Практическим выходом этого направления исследований является определение возможностей зональных шкал разного типа для решения общих и региональных вопросов стратиграфии.

3. Познание соотношения геохронологической шкалы и шкалы абсолютного летоисчисления (абсолютного возраста). Из сделанных выше заключений следует, что геохронологическая шкала по своему содержанию богаче, чем радиологическая, так как она позволяет устанавливать не только последовательность геологических событий и явлений, но и их закономерные связи во времени. Таким образом, биохронология уже сейчас может быть оформлена в самостоятельную отрасль знаний. Она занимает пограничное положение по отношению к таким наукам, как биология, геология и физика.

В заключение хотелось бы отметить, что мысль написать подобную статью родилась после прочтения книги Л. С. Берга, посвященной обоснованию теории номогенеза. Постулирование, расходящееся с фактами даже того времени, необоснованные построения, резкость высказываний — все это вызывает желание (думаю, не только у меня одного) дать объяснение тем же фактам с других позиций. Вероятно, именно это, а также приведенный огромный фактический материал до сих пор вызывают большой интерес к работам Л. С. Берга по теории эволюции. В этом, видимо, и заключается его основная заслуга как незаурядного, хотя и противоречивого естествоиспытателя.

Автор считает приятным долгом отметить, что приведенные в настоящей статье выводы и гипотезы в значительной степени сформировались под влиянием идей акад. Б. С. Соколова, а также выражает свою признательность канд. геол.-мин. наук Р. Т. Грациановой, д-ру геол.-мин. наук Л. В. Фирсову, д-ру геол.-мин. наук А. М. Обути и акад. В. В. Меннеру за ценные советы и замечания.

Раздел III

МЕТОДЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

МЕТОД АКТУАЛИЗМА В ГЕОЛОГИИ

(на примере изучения красноцветных терригенных отложений)

А. П. АНАТОЛЬЕВА, д-р геол.-мин. наук

Как бы существенны ни были заключения, полученные от изучения современных отложений, построить теорию осадкообразовательного процесса только на них не представляется возможным по той простой причине, что древняя седиментация не была точной копией современной, но в ряде случаев существенно от нее отличалась как по физико-географической (и физико-химической) обстановке, так и по самим формам своим — минералогическому составу фаций, их соотношениям и т. д.

Н. М. Страхов. О путях построения литологической теории. (Изв. АН СССР. Сер. геол., 1951, № 3, с. 42)

Рассматривая проблему актуализма в геологии на примере изучения красноцветных терригенных отложений, приходится сталкиваться с двумя ее аспектами. Во-первых, очевидно, что приложение актуалистического подхода к решению какой-либо конкретной геологической задачи требует определенного философского осмысления некоторых общих вопросов (именно они позволяют ориентироваться в разнообразии взглядов различных исследователей на возможности использования этого метода). Такой обзор взглядов необходим тем более, что, изучая красноцветные отложения, существенно важно выявить пути эволюции тех процессов, которые обусловили их появление и общую изменчивость на протяжении геологической истории Земли. Между тем актуалистический подход как будто бы предполагает неизменность геологических процессов. Во-вторых, исследование красноцветных отложений совершенно невозможно вне сопоставления современных и былых геологических явлений и процессов.

В итоге представляется наиболее удобным дать предлагаемый нами анализ проблемы в виде двух разделов: первый из них касается оценки различными исследователями возможностей применения метода актуализма в

геологии, второй посвящен вопросам выявления специфики красноцветного породообразования в различные геологические эпохи.

1. Краткий обзор общих представлений об актуализме

Без преувеличения можно утверждать, что почти во всех работах, в которых рассматривается геологическое прошлое планеты Земля, исследователи либо сознательно, либо неосознанно, «по привычке», прибегают к актуалистическим построениям, хотя при этом не допускают, как правило, прямого сравнения или отождествления явлений современных и былых.

Б. П. Высоцкий, например, пишет: «Актуализм — научный метод геологии, применяемый для реконструкции геологического прошлого и представления о будущем путем всестороннего использования результатов изучения современных явлений с учетом необратимости эволюции в целом»¹. Нельзя не согласиться с Б. П. Высоцким, что, «многократные и неудачные попытки опорочить актуалистический метод — плод исторического недоразумения. Актуализм был и будет как существенная и самостоятельная часть сравнительно-исторического метода важнейшим и специфическим методом геологии»². Тем не менее и до настоящего времени метод актуализма различными исследователями оценивается по-разному. По-видимому, нет необходимости давать подробный обзор, в котором в хронологическом порядке рассматривались бы представления различных исследователей по проблемам актуализма, но некоторые основные вехи следует все же наметить.

Пожалуй, первым, как это отметил В. И. Вернадский³, предложил актуалистический метод в геологии английский геолог Дж. Геттон. Именно он в своем капитальном труде⁴ неоднократно подчеркивал, что современные геологические явления могут объяснить являе-

¹ Высоцкий Б. П. Возникновение актуализма как научного метода геологии (Карл фон Гофф). — В кн.: Очерки по истории геологических знаний, вып. 8. М., 1959, с. 116.

² Там же, с. 101.

³ Вернадский В. И. Очерки геохимии. Избр. соч., т. I. М., 1954.

⁴ Hutton J. Theory of the earth, vol. 1, 2. Edinburgh, 1795.

ния прошлого. Крылатая фраза, повторяющаяся на протяжении уже почти двух столетий, — «Настоящее есть ключ к прошлому» — выражает само существо его идей. Для того времени, когда в естественных науках торжествовали идеи катастрофизма, прочно уживавшиеся с религиозными представлениями о божественном происхождении мира, труд Геттона был исключительно смелым и реально представлял первую научную геологическую концепцию. Вслед за Геттоном немецкий ученый К. фон Гофф успешно использовал в своих исследованиях метод актуализма. В обзоре работ К. фон Гоффа Б. П. Высоцкий⁵ показал роль этого исследователя в развитии геологии. С именами Геттона и Гоффа, очевидно, и надо связывать введение в геологию метода, позволяющего восстанавливать события былых геологических эпох.

С выходом в свет работы Ч. Лайеля «Основы геологии»⁶, обобщающей огромный фактический материал, который накопился к тому времени в геологии, появилась стройная общая концепция, опиравшаяся на актуалистические построения и являвшаяся огромным событием в истории естествознания. Ф. Энгельс отмечал: «Лишь Лайель внес здравый смысл в геологию, заменив внезапные, вызванные капризом творца, революции постепенным действием медленного преобразования Земли»⁷. Учение Лайеля о вечных однообразных геологических изменениях Земли получило название униформизма. В адрес этого учения направлено много справедливой критики, но тем не менее униформизм Лайеля не был так уж категоричен, как об этом пишут некоторые исследователи. Не следует забывать, что именно Лайель в своих работах прежде всего развивал представления о решающем значении постепенного развития Земли. В целом же работы Лайеля стимулировали тот мощный толчок, который превратил геологию в сравнительно-историческую науку, опирающуюся на широкие эмпирические обобщения, позволяющие вскрывать общие закономерности развития Земли.

Большой вклад в развитие метода актуализма был внесен немецким геологом И. Вальтером. Он указывал:

⁵ Высоцкий Б. П. Возникновение актуализма как научного метода геологии.

⁶ Лайель Ч. Основы геологии, т. I—III. Спб., 1830—1833.

⁷ Маркс К. и Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 20, с. 352.

«Точно исследуя причину и действие геологических явлений настоящего времени и заключая с его помощью о действиях отдаленных сил, мы внесем под собою твердую почву, пользуемся научно точным методом»⁸.

Вместе с тем применение актуализма как метода полностью оправдано лишь в том случае, если он встречается с явлениями, которые с его помощью могут быть распознаны. Однако нельзя не отметить, что даже в тех случаях, когда выявляется своеобразие той или иной геологической эпохи, мы делаем это на основании сравнения с данными, известными из современной истории. В то же время сравнение геологического прошлого с современными процессами приводит к представлениям не только об их сходстве, но и об отличиях, а это заставляет исследователей восстанавливать специфические условия геологических процессов прошлого, приведшие к таким различиям.

Было бы неправильно, тем не менее, рассматривать метод актуализма как универсальный и достаточный для познания всех явлений геологического прошлого. Ограниченность актуализма заключается в том, что он непосредственно применим лишь к анализу самых общих закономерностей и сходных черт развития геологических явлений. Поэтому для восстановления более полной и детальной картины геологического прошлого этот метод, опирающийся на аналогии, нуждается в дополнениях другими и, прежде всего сравнительными, методами. Развитие исследований, направленных на сравнение прошлого с настоящим, способствовало укреплению метода актуализма сравнительно-историческим анализом.

Соотношения историзма и актуализма в геологии рассмотрены во многих работах. В частности, Г. П. Леонов⁹ отмечает следующие стадии познания явлений прошлого. По его мнению, начальная задача историко-геологического изучения заключается в том, чтобы расположить изученные элементы в определенный хронологический ряд и, таким образом, составить общую летопись явлений геологического прошлого Земли. Следующая стадия состоит в сопоставлении и типизации изу-

⁸ Вальтер И. История Земли и жизни. Спб., 1911, с. 114.

⁹ Леонов Г. П. Историзм и актуализм в геологии. — Вестн. МГУ. Сер. геол., 1970, № 3.

чаемых явлений прошлого, а также в выявлении закономерностей и причин их распространения во времени и пространстве. Г. П. Леонов категорически возражает против смешения актуалистического и сравнительно-исторического методов, считая, что актуализм предполагает сравнение результатов определенного непознанного явления с известным (современным) с целью выявления природы первого. При сравнительно-историческом методе, по Г. П. Леонову, сопоставляются ряды познанных в более или менее равной степени явлений с тем, чтобы выяснить закономерности их распределения во времени и пространстве. В целом восстановление общего характера процессов осадкообразования по аналогии с ныне действующими, как полагает Леонов, в принципе возможно.

Б. П. Высоцкий¹⁰ между актуалистическим и историческим методами практически не указывает существенных различий; оба метода, по его мнению, предполагают необратимость исторического развития. При этом он подчеркивает, что, опираясь на актуалистические построения, можно сравнивать былые этапы развития с современными, а используя сравнительно-исторический метод, можно, кроме того, сравнивать между собой различные этапы геологического прошлого.

Сравнительно-исторический метод основывается на рассмотрении всех предметов и явлений в тесной связи и взаимодействии с окружающим миром, кроме того, сравнение между собой явлений и предметов природы сочетается с выяснением их последовательных изменений и исторического развития. Учитывая это, А. И. Равикович¹¹, например, понимает под историзмом тот факт, что силы прошлого и, следовательно, вызываемые ими процессы и явления не всегда были аналогичны и поэтому в развитии Земли и органического мира происходили необратимые изменения.

По мнению В. В. Грузы¹², в геологии не может быть ясных методических рекомендаций, позволяющих определить правила реконструирования (и описания) былых явлений и событий. Вместе с тем, он считает, что ретро-

¹⁰ Высоцкий Б. П. Проблема актуализма и униформизма и система методов в геологии. — «Вопр. философии», 1961, № 3.

¹¹ Равикович А. И. Развитие основных теоретических направлений в геологии XIX в. М., 1969.

¹² Груза В. В. Методологические проблемы геологии. Л., 1977.

спективный подход, является основой большинства исследований, и подчеркивает, что общеметодологической основой исторического подхода в геологии считается принцип актуализма. Актуализм в его изложении сводится к утверждению возможности реконструкции прошлого на основе переноса знаний, полученных при изучении современных явлений и процессов. Как заключает В. В. Груза, альтернатива актуализма не предложена и всякая попытка заменить его другими методами, по существу, является скрытым применением метода актуализма.

Аналогичной точки зрения придерживается и В. Ф. Заузолков¹³, указывающий на то, что все основные литологические построения (начиная с понятия «осадочные породы» и общих представлений о стадиях и условиях образования осадочных пород, а также о генетических классификациях и кончая палеогеографическими реконструкциями) включают выводы, полученные с помощью метода актуализма.

Развитием актуалистического метода, его новой исторической формой является и сравнительно-литологический метод Н. М. Страхова. Этот исследователь особо подчеркивает, что нет иного способа познания древнего осадконакопления кроме их сравнения с современными процессами. Цель данного метода — изучение исторического развития явлений осадочного породообразования в геологическом прошлом, опирающееся на данные современного осадконакопления и исследования ископаемых осадков. Уместно в связи с этим обратить внимание на справедливое высказывание Е. В. Шанцера¹⁴ относительно того, что современное осадконакопление можно рассматривать по преимуществу как ключ к пониманию общих закономерностей геологических процессов, его регулирующих, но современные осадки нельзя считать точными копиями древних осадочных пород.

По Н. М. Страхову¹⁵, сравнительно-литологическим

¹³ Заузолков В. Ф. О месте актуализма в науке об осадочных породах. — «Изв. вып. учебн. завед. Геология и разведка», 1964, № 11.

¹⁴ Шанцер Е. В. К оценке сравнительно-литологического направления в петрографии осадочных пород. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1951, № 3.

¹⁵ Страхов Н. М. О путях построения литологической теории,

методом в геологии следует называть способ решения генетических вопросов, при котором органически увязываются данные по современному и древнему осадкообразованию с выявлением их сходства и различий. Неизбежным следствием основных положений сравнительно-литологического метода Н. М. Страхова является привнесение в геологию эволюционных идей. Еще в 1945 г. Н. М. Страхов подчеркивал: «Чем дальше идет изучение ископаемых пород, тем яснее становится, что осадкообразовательному процессу, так же, как тектонике земной коры и живому веществу, была свойственна в истории Земли эволюция — последовательная геохронологическая смена одних фаций другими, перемена аутигенного минералогического состава пород и т. д.»¹⁶ Именно на основе сравнительно-литологического метода Н. М. Страхов¹⁷ разработал учение о типах литогенеза.

На современном этапе развития геологии метод сравнения геологических процессов нынешних и мипувших эпох приобрел уже далеко не тот смысл, который он имел не только во времена Лайеля, но даже и в 30-х гг. текущего столетия. В настоящее время актуалистические идеи, как правило, используются с учетом представлений об эволюции геологических процессов, разработанных на основе признания поступательного развития Земли. Как справедливо отметила Е. А. Куражковская¹⁸, анализ поступательного развития осадконакопления не исключает, а, напротив, предполагает изучение современного осадконакопления.

Практика геологических работ показывает, что исследователи постоянно опираются на знания, полученные при изучении современных геологических явлений и процессов. Даже некоторые признаки древних пород, не характерные для современных осадков, устанавливаются, в конечном счете, на основании сравнения с ними. В частности, Н. П. Французова и В. Н. Павлинов

¹⁶ Страхов Н. М. О сравнительно-литологическом направлении и его ближайших задачах. — «БМОИП. Отд. геол.», 1945, т. XX (3—4), с. 42.

¹⁷ Страхов Н. М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М., 1963.

¹⁸ Куражковская Е. А. Проблемы развития неорганической природы и принцип актуализма в геологии. — В кн.: Философские вопросы естествознания, т. III. М., 1960,

линут: «Можно сказать, что принцип актуализма — это признание относительной устойчивости, повторяемости, преемственности в действии факторов, определяющих геологические процессы, общем механизме самих геологических процессов и определенного сходства результатов этих процессов»¹⁹.

Соответственно, полагают названные авторы, неодинаковость физико-географических условий в прошлом и настоящем в значительной степени ограничивает возможности применения актуалистического метода, и в настоящее время не могут быть встречены аналоги всех без исключения древних пород. Поэтому Французова и Павлинов полагают, что постановка задач, которые решаются методом актуализма, различна на разных этапах истории науки. Сейчас основная задача этого метода состоит, по их мнению, в выявлении различий между древними и современными геологическими явлениями. Решение этой задачи в конечном счете поможет вскрыть историческое своеобразие отдельных геологических эпох и тем самым установить особенности исторического развития Земли.

Основные факторы, определяющие сущность тех или иных геологических процессов, по данным этих исследователей, устанавливаются методом актуализма. Под такими факторами они понимают всю совокупность причин и условий, определяющих и общие закономерности, и своеобразие геологических процессов в различные периоды истории Земли. Так, они различают постоянные факторы, деятельность которых на протяжении всей геологической истории остается относительно неизменной, и переменные, характер действия которых изменяется в ходе геологической истории. К постоянным факторам они относят действия механических, физических и химических законов, к переменным — изменения химического состава земной коры, водной среды и атмосферы.

Подводя итог обзору существующих представлений о методе актуализма, можно подчеркнуть, что этот метод должен применяться лишь с учетом специфики исторического развития и его необратимости. Вместе с тем, изу-

¹⁹ Французова П. П., Павлинов В. Н. Актуализм и его место в геологических исследованиях. — «Изв. высш. учебн. завед. Геология и разведка», 1968, № 3, с. 8.

чение современных геологических процессов и явлений исключительно важно для познания прошлого. Современная эпоха — прямое продолжение былых эпох и поэтому в явлениях современности наряду с новыми признаками всегда могут быть установлены те или иные черты, унаследованные от прошлого.

2. Общие данные об особенностях осадочного красноцветного породообразования в истории Земли

Для того, чтобы показать значение метода актуализма в геологии и оценить роль его в разработке конкретных вопросов, остановимся на рассмотрении тех данных, которые получены нами при изучении красноцветных терригенных отложений. Для реконструкции геологических эпох и условий, в которых накапливались красноцветные отложения, за основу принимались как некоторые постоянные факторы, действующие с разной степенью интенсивности на протяжении геологической истории, так и гипотетические построения о существовании в прошлом иных факторов и причин, не характерных для современной эпохи. В целом для образования и современных, и древних красноцветных отложений, как показано нами ²⁰, совершенно необходимо, во-первых, наличие в атмосфере свободного кислорода, во-вторых, существование стабильных участков земной поверхности с континентальными ландшафтами, в-третьих, поступление из областей сноса в том или ином виде пигментирующего материала и, в-четвертых, преобладание жаркого климата в источниках сноса и в бассейнах седиментации.

Известно, что современные терригенные красноцветные осадки приурочены к областям экваториального, тропического и отчасти субтропического климата. Красноцветы занимают обширные пространства в этих областях и сосредоточиваются преимущественно в саваннах и лишь отчасти в пустынях. В частности, красноцветные отложения распространены в современных пустынях Нефуд на Аравийском полуострове и Сонора в Мексике. В первой они представляют собой переотложенные мело-

²⁰ **Анатольева А. И.** Главные рубежи эволюции красноцветных формаций. Новосибирск, 1978.

вые, так называемые нубийские песчанки, во второй — плейстоценовые осадки, окрашенные в зоне седиментации (как предполагается, за счет продуктов разложения железосодержащих минералов — ильменита, магнетита и др.).

Исходя из представления о том, что настоящее есть ключ к познанию прошлого, можно предположить, что и в далеком геологическом прошлом красноцветные отложения накапливались в принципиально сходных климатических условиях. Во всяком случае, такие условия были необходимы не только для образования в источниках сноса красящего материала в корах выветривания, но и для его сохранения в зонах седиментации.

Вместе с тем, очевидно, что процессы красноцветной седиментации на протяжении геологической истории не оставались постоянными и что их изменения следовали за общим развитием осадочной оболочки Земли и ее атмосферы, гидро- и биосферы. Однако остается неясным — какими же факторами определялись наиболее существенные изменения континентального осадочного красноцветного породообразования? Какие из этих факторов и как влияли на процессы красноцветной терригенной седиментации в те или иные отрезки геологического времени?

Большинство исследователей появление красноцветных отложений в составе осадочной оболочки Земли связывает с образованием в атмосфере свободного кислорода. И это совершенно справедливо. Развитие процессов окисления необходимо для красноцветной седиментации, представить которую без участия кислорода невозможно. Следовательно, наличие свободного кислорода в атмосфере Земли — важнейший фактор, определяющий возможность появления красноцветных отложений на земной поверхности. Возникает естественный вопрос о том — к какому отрезку геологического времени следует относить появление в атмосфере свободного кислорода? Обычно предполагается, что самая древняя примитивная атмосфера состояла из метана, аммиака, углекислого газа и азота, и именно такая атмосфера была характерна для первой половины архея²¹. Согласно такого рода построениям, свободный кислород в атмосфере впервые

²¹ Виноградов А. П. Газовый режим Земли. Т. II. Химия земной коры. М., 1964.

появился в результате фотодиссоциации воды под действием жесткого ультрафиолетового излучения. Однако общее количество кислорода, образующегося таким путем, как указал Х. Юри²², строго ограничено. Расчеты показали, что путем неорганической фотодиссоциации воды количество кислорода в атмосфере не могло подняться выше 0,001 (0,1%) современного его содержания. Такое содержание свободного кислорода, как считает Руттен²³ вслед за многими исследователями, уже было в архее около 4,5 млрд. лет назад и этот уровень нарушился только в конце архея, примерно около 3 млрд. лет тому назад.

Могли ли при таком ограниченном количестве кислорода в эти отрезки геологического времени появиться красноцветные отложения? По всей вероятности, на этот вопрос надо ответить утвердительно, если исходить из данных В. Руби²⁴, согласно которым для осуществления процессов окисления многих элементов, в том числе железа, достаточно, чтобы в атмосфере имелись доли процента свободного кислорода.

Однако не только кислород определяет возможность появления красноцветных отложений, вследствие чего пока еще не удалось обнаружить красноцветных отложений в архее. Наиболее древние красноцветы известны только в нижнем протерозое, но более достоверно их распространение подтверждается в среднем протерозое, а массовое развитие красноцветных отложений датируется 2 млрд. лет.

Оставим пока в стороне вопрос о том, почему же в архее, несмотря на то, что уровень кислорода, обеспечивающий окислительные реакции, необходимые для образования красноцветных отложений, был достигнут, процессы красноцветной седиментации, по всей вероятности, не осуществлялись. Сейчас для нас важнее проследить, как вообще на протяжении геологического времени менялось содержание свободного кислорода в атмосфере и

²² Urey H. C. The planets, their origin and development. New Haven. Vall. Univ. Press, 1952, p. 245.

²³ Руттен М. Происхождение жизни. М., 1973.

²⁴ Руби В. В. Эволюция гидросферы и атмосферы в связи со специальным рассмотрением вероятного состава древней атмосферы. — В кн.: Земная кора. М., 1957.

влияти ли сами по себе его количественные изменения на ход процессов красноцветной седиментации.

Предполагают, что содержание кислорода выше 0,001 (до 0,1%) его современного уровня могло подняться только за счет фотосинтеза. По А. Фишеру²⁵, процесс фотосинтеза начали осуществляться сине-зелеными водорослями еще 2,7 млрд. лет назад. Вместе с тем, по данным Л. Беркнера и Л. Маршалла²⁶, критический уровень кислорода—0,01 (1%) его содержания в современной атмосфере, obligatory деятельности фотосинтезирующих организмов, приходится на рубеж докембрия и кембрия. Такой уровень соответствует появлению организмов с факультативным дыханием и известен в качестве «точки Пастера», ниже которой процессы дыхания сменяются брожением. Как считает большинство исследователей, этому уровню отвечает появление в кембрийский период многочисленных высокоорганизованных форм жизни.

Следующий критический уровень кислорода, по Беркнеру и Маршаллу, приходится на конец нижнего и начало среднего палеозоя и составляет 0,1 (10%) от содержания его в современной атмосфере. При такой концентрации кислород способен поглощать все жесткое ультрафиолетовое излучение и, следовательно, защищать поверхность Земли от смертоносного воздействия его лучей. С данным количеством кислорода в атмосфере совпадает появление жизни на суше. Вначале это были растения, а в конце девона и первые земноводные. При содержании кислорода ниже этого уровня организмы могли существовать лишь в водных бассейнах на глубине не менее 10 м, куда не проникали губительные ультрафиолетовые лучи. В последующие 300 млн. лет количество кислорода в атмосфере, по представлению этих исследователей, могло колебаться, но оно уже никогда не снижалось ниже 0,1 (10%) современного содержания.

Подводя итог тем сведениям, которые имеются в литературе по составу атмосферы и по содержанию в ней свободного кислорода, мы должны констатировать, что

²⁵ Fischer A. G. Fossils, early life and atmospheric history.— «Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America», 1965, vol. 53, N 6.

²⁶ Berkner L. V., Marshall L. C. The history of growth of oxygen in the earths and atmosphere. The origin and evolution of atmosphere and oceans. Willey. N. Y., 1965, N 4.

количество его, как считают многие исследователи, не оставалось постоянным в разные промежутки геологического времени. Тем не менее, хотя на протяжении длительной докембрийской истории содержание кислорода в атмосфере было сравнительно низким (меньшим 1% нынешнего), на огромных пространствах Северного и Южного полушарий накапливались красноцветные отложения. Более того, именно докембрий является одной из грандиознейших и самых длительных по времени (более 1 млрд. лет) эпох красноцветной седиментации в истории Земли. Следовательно, процессы осадочного красноцветного породообразования активно происходили на поверхности Земли даже при относительно низком уровне кислорода в атмосфере.

Спрашивается, как же изменились эти процессы, когда свободного кислорода на рубеже докембрия и кембрия в атмосфере стало значительно больше? Естественно было бы предполагать, что вслед за увеличением количества кислорода в атмосфере увеличилось бы, по сравнению с докембрием, и количество красноцветных отложений. В действительности же в нижнем палеозое процессы красноцветной седиментации зафиксированы на относительно ограниченных участках земной поверхности. Мы знаем единичные примеры накопления красноцветных отложений в кембрии, ордовике и силуре. Следовательно, масштабность процессов красноцветной седиментации, как правило, не зависит от тех или иных количеств свободного кислорода в атмосфере. Такое предположение может быть подкреплено и при рассмотрении следующего критического уровня содержания кислорода в атмосфере, приходящегося на границу нижнего и среднего палеозоя.

В среднем палеозое содержание кислорода в атмосфере повысилось на порядок и достигло уже 0,1 (10%) нынешнего, но наблюдающиеся на этом рубеже изменения в процессах красноцветной седиментации определялись не дальнейшим увеличением количества атмосферного кислорода, а иными факторами. Не удастся установить влияние содержания свободного кислорода в атмосфере на красноцветное осадконакопление и в последующие периоды геологической истории Земли.

В итоге оценка влияния изменений содержания свободного кислорода в атмосфере на процессы красно-

цветной седиментации оказывается вообще трудно разрешимой задачей, так как широкое распространение красноцветных отложений известно со среднего протерозоя, а появление первых красноцветов приходится даже на ранний протерозой. Такая огромная продолжительность существования процессов красноцветной седиментации дает указание на сохранение на земном шаре в течение длительного времени (с нижнего протерозоя до настоящего времени) условий, которые благоприятствуют окислительным реакциям.

Однако не только содержанием свободного кислорода в атмосфере обуславливаются процессы красноцветной седиментации. Сейчас известно, что уже во второй половине архея кислорода в атмосфере было достаточно, для того чтобы могли осуществляться процессы окисления. Тем не менее, в этот геологический период красноцветные отложения не образовались. Очевидно, это можно объяснить тем, что в те далекие времена тектоническая эволюция Земли еще не достигла такого состояния, при котором произошло бы обособление ее первых континентальных участков. Между тем окислительная обстановка, необходимая для образования красноцветных отложений, создается, как известно, главным образом именно в континентальных условиях. Естественно выяснить в связи с этим вопрос о том — на каком же этапе геологической истории Земли такие условия стали возможными?

Как показал Е. В. Павловский²⁷, земная кора в архее еще не была расчленена на платформы и геосинклинали. Этому времени отвечает выделенная им особая пуклеарная стадия развития, характеризующаяся отсутствием резких дифференцированных движений и зон крутых разрывных нарушений. Только после завершения пуклеарной стадии, как он считает, на рубеже архея и протерозоя (2,7—2,5 млрд. лет) возникли первые стабилизированные континентальные массивы, на которых стали накапливаться формации платформенного типа. Зоны ранней стабилизации получили у Павловского название протоплатформ. Наряду с протоплатформами

²⁷ Павловский Е. В. О специфике стиля тектонического развития земной коры в раннем докембрии. — «Труды Вост.-Сиб. геол. ин-та СО АН СССР. Сер. геол.», 1962, вып. 5.

на этом рубеже появились и первые протогеосинклинали.

Таким образом, на рубеже архея и протерозоя, примерно около 2.7—2.5 млрд. лет назад, возникла возможность накопления первых в истории Земли континентальных образований. Вероятно, этот рубеж оказался благоприятным и для образования красноцветных отложений, поскольку к указанному времени в атмосфере Земли имелось количество свободного кислорода, достаточное для осуществления окислительных реакций, и возникли тектонические условия, обусловившие процессы континентальной седиментации.

Вместе с тем, к тому же времени относится образование и первых кор выветривания, за счет переотложения которых в бассейны седиментации в том или ином виде поступал красящий материал. Соответственно, первые древнейшие красноцветные отложения (в частности, серии греивиль, удокашская и др.) относятся к раннему протерозою. В среднем протерозое процессы красноцветной седиментации протекали значительно активнее, но все еще на ограниченных площадях в протоплатформенных условиях, главным образом в грабеноподобных впадинах. Только на границе среднего и верхнего протерозоя, с появлением обширных древних платформ, площади красноцветной седиментации заметно расширились и стали соизмеримыми с самими этими платформами.

Таким образом, тектоническая эволюция Земли, приведшая в верхнем протерозое к образованию крупных древних платформ, способствовала появлению обширных континентальных участков, на которых происходили процессы красноцветной седиментации. Дальнейший рост платформ в палеозое и мезозое являлся одним из существенных факторов, оказавших влияние на широкое распространение красноцветных отложений. Однако областями красноцветной седиментации в это более позднее время оказались не только платформы, но и разнообразие впадины, расчленяющие каледонские, герцинские, киммерийские и альпийские складчатые сооружения. Это были и межгорные впадины, сосредоточенные в обрамлении горных массивов, и предгорные, расположенные вдоль подножий гор, а также различных размеров грабенообразные и другие более мелкие структуры, ограниченные разломами. Образование красноцветных

отложений, которые оказались приуроченными к складчатым сооружениям, происходило за счет разрушения горных массивов. Не случайно поэтому, что в большинстве случаев красноцветные отложения относятся к формациям орогенного ряда. Как известно, в частности, этапы красноцветной седиментации обычно следуют за главнейшими эпохами складчатости.

Таким образом, наглядно выявляется, что рассмотренные факторы совершенно обязательны для осуществления процессов красноцветной седиментации. И тем не менее наличие только их еще недостаточно для того, чтобы красноцветные отложения появились в разрезах осадочной оболочки Земли. Необходимым условием образования красноцветов является поступление в бассейны седиментации из источников сноса в том или ином виде красящего материала. Этот материал мог поставляться из источников сноса или в готовом виде из красноземных и латеритных кор выветривания, или в виде разнообразных железосодержащих минералов, которые подвергались разложению на путях их переноса и непосредственно в бассейне седиментации. Без поступления в бассейн седиментации красящего материала невозможно представить образование таких гумидных красноцветов, как гематитовые и угленосные. В аридных зонах красящий материал помимо приносимого в готовом виде образовывался непосредственно в области накопления осадков путем диагенетических и эпигенетических преобразований таких железистых минералов, как шроксены, амфиболы, ильменит, магнетит и др.

Первые коры выветривания указываются уже в основании протоплатформенного чехла²⁸. Докембрийские коры выветривания, продукты которых в большинстве случаев претерпели метаморфические изменения, распространены весьма ограничено, архейские вообще встречаются крайне редко. Первичный состав архейских и протерозойских кор выветривания преимущественно гидрослюдисто-каолинитовый. Гидрослюдистым и каолинито-гидрослюдистым составом в основном обладают и нижнепалеозойские коры выветривания. Начиная с де-

²⁸ Павловский Е. В., Марков М. С. Некоторые общие вопросы тектоники (о необратимости развития земной коры). — В кн.: Структура докембрия и связь магматизма с тектоникой. М., 1963. (Труды ГИН, вып. 93).

воинского времени коры выветривания становятся более разнообразными по составу. Паряду с широко распространенными каолинито-гидрослюдистыми корами выветривания появляются и первые латеритные коры. Однако вследствие отсутствия растительного, почвенного покрова процессы латеритного выветривания в девоне были также незначительными. Химическое выветривание, как показал В. М. Синицын²⁹, все еще редко достигало своего завершения, так как не обеспечивалось постоянное промывание кор выветривания поверхностными и грунтовыми водами. Неизмеримо шире распространились мезозойские и кайнозойские латеритные коры выветривания.

В целом в формировании элювиальных образований кор выветривания в истории Земли Ю. П. Казанский³⁰ выделяет четыре основных этапа: 1) архейский-раннепротерозойский; 2) среднепротерозойский-вендский; 3) вендский-силурийский; 4) девонский-современный. Следовательно, уже в архее образовались коры выветривания, продукты которых могли поставляться в бассейны седиментации и способствовать накоплению красноцветных отложений.

Особо следует рассмотреть значение климатических условий для образования красноцветных отложений. В настоящее время имеются разнообразные сведения, по которым можно восстановить климаты прошлого Земли.

Климат архея нас, очевидно, не должен интересовать, поскольку красноцветные отложения этого времени неизвестны. Как предполагает Л. И. Салоп³¹, в раннем протерозое на всей планете, независимо от географических широт, был жаркий влажный климат, при котором температура околоземной поверхности составляла 60—70°. Однако утверждать, что нижнепротерозойские красноцветы принадлежат исключительно гумидным образованиям, мы не имеем оснований. В частности, если согласиться с нижнепротерозойским возрастом удоканской серии, содержащей горизонты медистых песчаников, то придется предположить, что области красноцветной седи-

²⁹ Синицын В. М. Климат латерита и боксита. Л., 1976.

³⁰ Казанский Ю. П. Седиментология. Новосибирск, 1976.

³¹ Салоп Л. И. Общая стратиграфическая шкала докембрия. Л., 1973.

ментации располагались в это время не только в гумидных, но и аридных климатических зонах. Другое дело что мы не располагаем достаточно надежными данными чтобы показать размещение этих зон, так как красноцветные отложения нижнего протерозоя встречаются сравнительно редко.

В среднем протерозое красноцветные отложения получили широкое распространение, на этом основании можно судить о том, что климат указанного времени в общем мало отличался от нижнепротерозойского.

В верхнем протерозое климатические обстановки областей красноцветной седиментации восстанавливаются более надежно, поскольку на обширных территориях древних платформ широкое распространение приобретают бескарбонатные терригенные красноцветные отложения, образование которых могло происходить только в условиях гумидного климата. Если добавить к этому, что бескарбонатные красноцветы передко образуют устойчивые парагенезы с сингенетичными прослоями гематита, достигающими иногда промышленных скоплений, то заключение о господстве в верхнем протерозое в областях красноцветной седиментации жаркого гумидного климата будет, в общем, более или менее надежным. Это заключение и в данном случае не означает, конечно, что аридные условия образования красноцветных отложений вообще не были характерны для верхнего протерозоя.

В целом же докембрийские области красноцветной седиментации располагались в зонах жаркого и преимущественно влажного климата. Лишь в отдельные этапы докембрия на незначительных участках земной поверхности накопление красноцветных отложений происходило в аридных условиях.

Что касается кембрийских, ордовикских и силурийских красноцветов, спорадически встречающихся в разрезах осадочной оболочки Земли, то они скорее образовались в сухих жарких климатических условиях, так как в большинстве случаев представлены эвапоритовыми толщами.

Начиная с девонского времени, можно располагать более надежными данными, позволяющими реконструировать климаты не только по литологическому составу тех или иных, в частности и красноцветных пород, но также по ископаемым растительным и животным остат-

кам³². Судя по широкому распространению среди девонских красноцветных отложений сульфатных пород (гипсы, ангидриты, каменная соль), выявленных практически на всех континентах, не исключая и современных приполярных участков, области красноцветной седиментации этого времени размещались главным образом в аридных климатических зонах. Подтверждение этому предположению мы находим в составе терригенных красноцветных пород, обогащенных, как правило, примесями карбонатного материала. Во всяком случае, аридные красноцветы оставались господствующими образованиями вплоть до позднего девона. Только в позднем девоне возникают весьма своеобразные гумидные образования, специфика которых обуславливалась возросшей биологической активностью растительных остатков, способствовавших химическому разложению минеральных масс и образованию латеритных кор выветривания. Именно в этот момент геологической истории появляются первые латеритные бокситы. Продуктивность растительной массы способствовала, кроме того, образованию первых скоплений угля. В тех случаях, когда позднедевонские области красноцветной седиментации находились в гумидных климатических зонах, в определенных обстановках создавались условия для накопления красноцветных терригенных пород в парагенезе с бокситами или углями.

Таким образом, сведения о составе и распространении девонских красноцветных пород хорошо согласуются с высказываниями исследователей, считающих, что в девонское время для земного шара был характерен жаркий или теплый климат, зональность которого состояла только в том, что одни участки Земли были более влажными, другие более сухими.

Результаты изучения холоднокровных позвоночных, которые впервые появились в самом конце девона и получили особенно широкое распространение в верхнем палеозое и мезозое по всему земному шару (в том числе и в современных приполярных областях) наряду с палеобо-

³² Бархори Э. Изменение климата в свете геологического прошлого растительной жизни. — В кн.: Изменения климата. М., 1958; Синицын В. М. Древние климаты Евразии. Ч. 3. Вторая половина палеозоя. Л., 1970.

таническими данными, дают палеоклиматологам надежные доказательства того, что на протяжении этого длительного этапа геологической истории на Земле господствовал в основном тропический и субтропический климат. С такими высказываниями не находятся в противоречии и приведенные нами³³ данные о том, что пермские, триасовые и меловые красноцветные отложения занимали обширные пространства земной поверхности в пределах всех современных географических широт. Другое дело, что одни области красноцветной седиментации размещались в аридных, другие — в гумидных зонах, но все они находились в условиях жаркого или теплого климата. В частности, пермские красноцветные отложения сформировались, главным образом, в аридном и лишь отчасти в гумидном климате, в то время как триасовые принадлежат почти исключительно аридным образованиям. Что касается меловых красноцветов, то они почти в равной мере являются образованиями как аридного, так и гумидного климата.

В кайнозое, с появлением теплокровных животных и вымиранием холонокровных, а также с широким развитием листопадных лесов, данные по фауне и флоре уже не могут использоваться для однозначного реконструирования климата. Тем не менее считают, что до середины олигоцена включительно по всей земной поверхности еще наблюдался относительно теплый (хотя уже не повсеместно тропический) климат. В конце палеогена стали выделяться климатические зоны, но разница температур в них не была еще столь явной. Что касается резкого обособления климатических зон, то оно наступило только в миоцене³⁴. Имеющиеся в нашем распоряжении материалы по распространению палеогеновых, неогеновых и четвертичных красноцветных отложений в целом подтверждают эти построения. Действительно, области красноцветной седиментации уже в палеогене начали заметно сокращаться, а в конце этого периода стали занимать только определенные пространства земной поверхности. Что касается неогеновых красноцветов, то они не могут

³³ **Анатолевская А. И.** Домезозойские красноцветные формации. Новосибирск, 1972; **Она же.** Главные рубежи эволюции красноцветных формаций.

³⁴ **Кольберт Э.** Климатическая зональность и наземные фауны. Проблемы палеоклиматологии. М., 1968.

быть указаны в значительном удалении от современных экваториальных зон. Начиная же с плиоцена красноцветные отложения строго приурочиваются к климатическим зонам, и их распространение ограничивается только экваториальными и приэкваториальными участками земной поверхности, которые они занимают и в настоящее время.

Таким образом, красноцветные отложения геологического прошлого, во всяком случае до середины палеогена включительно, являются индикаторами климатических обстановок только в том смысле, что образование их происходило в условиях жаркого тропического и субтропического климата. Четко выраженные эпохи красноцветной седиментации, свойственные среднему и верхнему протерозою, девону, перми, триасу, мелу и палеогену, свидетельствуют о былых периодах общего потепления на всей поверхности земного шара. Даже с учетом данных о миграции полюсов и предполагаемых перемещениях материков для докембрийских, палеозойских, мезозойских и начальных стадий кайнозойских эпох красноцветной седиментации устанавливается распространение соответствующих отложений на различных широтах, до 60—70° с. ш. и ю. ш.; тем самым подтверждается связь этих эпох с периодами общего потепления климата Земли. Следовательно, в главнейшие эпохи красноцветной седиментации строгое выделение экваториальных зон по распространению красноцветных отложений представляется нам, по крайней мере, весьма проблематичным. Из всего этого можно сделать вывод о том, что привлечение данных о распространении красноцветных отложений к обоснованию представлений о перемещении полюсов и о дрейфе континентов нуждается в критическом пересмотре.

Таким образом, особенности континентального осадочного красноцветного породообразования в истории Земли определяются самыми разнородными факторами. Но ни один из них, взятый в отдельности, сам по себе не может привести к процессам красноцветной седиментации. Только взаимодействие всех рассмотренных здесь факторов является необходимым условием образования красноцветных отложений.

В целом приведенные данные по изучению терригенных красноцветных отложений могут служить одним из

примеров, иллюстрирующих применение метода актуализма в геологии. Рассмотренный пример наглядно показывает, что помимо прямого отождествления современного и древнего красноцветного породообразования необходимо установить специфические черты этого процесса для отдельных геологических эпох. Следовательно, важно не только определить общие черты, свойственные процессам красноцветной седиментации, но и выявлять их различия, типичные для разных периодов геологической истории. Только используя подобные данные о сходстве и различиях в процессах красноцветной седиментации и опираясь на общие представления об условиях образования терригенных красноцветных отложений, возможно подойти к решению проблемы их эволюции в истории Земли. Естественно, что при таком подходе, привлекающем эмпирические данные изучения красноцветных отложений, широко применяются и индуктивные, и дедуктивные построения.

В итоге на примере изучения красноцветных отложений становится совершенно очевидным, что метод актуализма может применяться только с учетом специфики и необратимости геологических процессов в истории Земли. Но даже и при таком его применении исследователи могут не избежать ошибок, вследствие и недостаточного знания современных явлений, и недоучета необратимого развития Земли. Но ведь ошибки возможны и при применении любых других методов.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И НЕКОТОРЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ФОРМАЦИЙ

А. Ф. БЕЛОУСОВ, *д-р геол.-мин. наук*

Знакомство с рядом проблемных работ последнего десятилетия по географическим наукам¹, в которых пе-

¹ Боул С., Хоул Ф., Мак-Крекен Р. Генезис и классификация почв. М., 1977; Крауклис А. А. Представление о динамике в теории геосистем. — «Докл. Ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока», 1975, № 48, с. 24—30; Кривошукский А. Е. Рельеф и недра Земли. М., 1977; Новые идеи в географии, т. 1. М., 1976; Снытко В. А. О про-

рассматриваются (в основном в плане системного анализа) установки региональных и глобальных исследований, позволяет заключить, что методологические трудности современной географии в основном аналогичны тем, с которыми сталкивается геология.

Автор настоящей статьи, геолог, счел полезным вынести на обсуждение ряд вопросов конкретной методологии², которые представляются общими для геолого-географических наук.

По-видимому, важно прежде всего определить основной предмет исследования, на который нацелены региональные и обзорные работы как в геологии, так и в географии. В связи с этим автор предполагает обсудить понятие геопомических формаций — формаций естественных образований Земли (определение этого понятия дается ниже, вначале рассмотрим имеющиеся предпосылки).

Потребность в некотором объединяющем понятии для основного предмета исследования дисциплин геолого-географического цикла, как считает автор, достаточно назрела. Она стала вполне ощутимой в связи с новыми обстоятельствами, с которыми сталкиваются науки этого цикла (землеведение) в последние 20—25 лет. Так, резко возросла роль комплексной оценки природных ресурсов в связи с долгосрочным планированием экономики, созданием крупных территориальных производственных комплексов и разработкой мер по охране природы. Быстро развивается техническая база комплексных исследований Земли и прежде всего дистанционные

странственно-временных моделях природных режимов геосистемы. — «Докл. Ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока», 1974; № 45; **Солнцев Н. А.** Природная география, ландшафтоведение и естествознание. — «Вестник Моск. ун-та», 1977, № 1, с. 10—15; **Сочава В. Б.** Системная парадигма в географии. — «Изв. Всес. геогр. об-ва», 1973, № 5, с. 393—400; **Тимофеев Д. А., Уфимцев Г. Ф., Онухов Ф. С.** Терминология общей геоморфологии. М., 1977; **Флоренсов Н. А.** О геоморфологических формациях. — «Геоморфология», 1971, № 2, с. 3—10; **Фридланд В. М.** Структура почвенного покрова. М., 1972; **Харвей Д.** Научное объяснение в географии. М., 1974; **Chorley R.** Geomorphology and general systems theory. — «U. S. Geol. Surv. Profess.», 1962, Paper 500-B. **Neef E.** Die Theoretische Grundlagen der Landschaftslehre. Gotha—Leipzig, 1967.

² В настоящей статье развиваются положения доклада, сделанного на философском (методологическом) семинаре Института геологии и геофизики СО АН СССР.

аэрокосмические методы и машинные методы обработки данных. В СССР и за рубежом в разные разделы землеведения внедряется методология системного анализа.

В связи с этими новыми условиями и задачами требуются, очевидно, новые усилия по интеграции геолого-географических наук. Помимо научно-организационных мер, уже обсуждаемых в печати, нужна (и фактически сейчас совершается) методологическая переоценка комплекса геолого-географических исследований. Вследствие сильной разобщенности наук о Земле важно вновь вернуться к выяснению общих целей и принципов (и формулировке) базовых понятий этого цикла наук. Оговоримся еще раз, что здесь речь идет не о философском, а о конкретно-методологическом уровне обобщения — о *методологии землеведения*. Очевидно, разработка ее могла бы наилучшим образом быть скоординирована именно по линии общего землеведения, роль которого пока достаточно полно не осознана.

Уяснению задач указанной интеграции заметно помогают распространяющиеся в науках о Земле представления о системах и структурно-системном подходе. Они создают рабочую основу для теоретического диалога между естествоиспытателями разных философско-методологических школ, что хорошо видно в географии³ и начинает также проявляться в геологии.

Интерес к структурно-системному анализу в науках о Земле связан с постоянной для них необходимостью оперировать со сложными (региональными, планетарными) составляющими ландшафта и внутреннего строения Земли. Специалисты разного профиля (геологи, гидрогеологи, почвоведы, геоморфологи, гляциологи, гидрологи, геоботаники и др.) пытались решить эту проблему в основном независимо друг от друга. Освоение принципов структурно-системного подхода помогает не только разобраться в конкретных сложных объектах исследования, но и уяснить важность общенаучного языка и общих методов решения исследовательских задач в разных областях (задач оценок, классификации и т. д.).

³ Сочава В. Б. Указ. соч., с. 393—400; Новые идеи в географии, т. 1, с. 276; Системные исследования природы. — В кн.: Вопросы географии, сб. 104. М., 1977;

Системный анализ сложных природных образований имеет два основных аспекта: 1) выявление структурных единиц, связь и взаимодействие которых определяет основные черты системы как целого; 2) анализ взаимодействия этих структурных элементов, определяющего механизм возникновения, функционирования и эволюции системы, ее целостность, а также (для динамической системы) возможность управления ею.

Именно структурная ориентация исследования, в сочетании с целостным охватом структурных элементов объекта (и среды), представляет определяющий признак системного анализа. Другими словами, системный анализ всегда рассматривает структурированную целостность.

Зарубежными естествоиспытателями системный подход часто воспринимается и преподносится как методологическое открытие. Для исследователя советской школы, владеющего методологией диалектического материализма, совсем не представляются новыми ни сам принцип целостного рассмотрения объекта, ни положения системной теории: об эмерджентности (соотношение частей и целого), о взаимных связях (прямых и обратных) элементов системы, о причинной зависимости этих элементов внутри систем, о переходе постепенных количественных изменений в катастрофические (проблема «порогов» в системах), о необходимости рассмотрения системы на более широком фоне (учет среды) и о необходимости исторического анализа систем. Очевидно, появление общей теории системного анализа за рубежом явилось реакцией на ощущавшиеся в западной науке серьезные методологические проблемы.

Новой чертой в теории системного анализа является детальная проработка типов взаимодействий в системах и классификация систем.

Гораздо меньше затронут вопрос о самих структурных единицах, поскольку обычно они задаются для системного рассмотрения априорно, т. е. заведомо известны в той области знания, к которой исследователь будет применять системный подход. Творческая роль системного анализа обычно состоит в оптимальном выборе единиц из уже намеченной структурной иерархии, в соответствии с целями анализа.

В геолого-географических науках терминология системного анализа уже нашла применение для современных

динамических систем, а также для палеосистем, которым дается динамическая интерпретация («геосистемы» в географии; «гидрогеодинамические системы» в гидрогеологии; «денудационные системы» в геоморфологии и т. п.). Структурно-системная терминология, как ни парадоксально, вводится пока довольно бессистемно, без попыток унифицировать ее для цикла геолого-географических наук в целом.

Как показывают первые результаты, самый конструктивный путь внедрения теории систем в геолого-географические исследования — творческое применение общих методов и терминологии системного анализа самими естествоиспытателями. В каждой области геолого-географических наук сложились свои подходы (и соответствующие им языки) для анализа структур сложных объектов и природных связей; эти подходы (и языки) могут быть видоизменены и дополнены, с учетом достижений теории систем, но ставить вопрос об их полной и прямой замене арсеналом системной теории, по-видимому, нереально.

В советской геологии за последние 30—35 лет оформился и широко распространился так называемый формационный анализ, объединяющий способы выделения, описания и систематики природных ассоциаций горных пород при региональном и обзорном исследовании. Такой анализ охватывает практически все основные моменты системного исследования геологических образований стоящих над уровнем парагенезисов минералов. Аналогия геолого-формационного исследования и системного анализа уже отмечалось неоднократно ⁴.

Формационный анализ представляет собой в значительной мере сложившуюся природоведческую разновидность системного анализа в геологии.

Предмет формационного анализа в геологии — геологические формации, т. е. *природные ассоциации горных пород* (или слагаемых ими тел) *регионального* (иногда субрегионального) и *более крупного масштаба*, выбираемые в тех или иных природных границах. Формацион-

⁴ **Иванкин П. Ф.** О системном подходе в геологических исследованиях. — «Сов. геология», 1973, № 8, с. 1—13; **Кузнецов Ю. А., Белоусов А. Ф., Поляков Г. В.** Принципы построения систематики магматических формаций на основе их вещественного состава. — В кн.: Проблемы петрологии. М., 1976, с. 36—45.

ный анализ заключается в целостном рассмотрении природной ассоциации — широком системном или более узком, в зависимости от целей исследования (сравнительно-описательных, классификационных, генетических, металоогенических и др.). В терминах системной теории геологические формации это — «морфологические системы», т. е. структурно-материальные носители свойств. Они могут интерпретироваться как динамические, исторические системы и т. д.

Идея целостного рассмотрения, которая была заложена в самых ранних трактовках понятия формаций в геологии в прошлом веке, оказалась плодотворной во многих отношениях. В 40—60-е гг. XX в. в СССР получили интенсивное развитие представления об осадочных, магматических и рудных формациях (в работах 1940—1964 гг. М. А. Усова, С. С. Смирнова, Н. С. Шатского, Ю. А. Кузнецова⁵ и др.). В последнее время формационный подход применяется для анализа метаморфических пород.

С формационным анализом тесно связаны современные отечественные гидрогеология и геология нефти и горючих газов — через представления о водоносных и нефтегазоносных формациях горных пород.

Геотектоника тесно связана с формационным анализом посредством понятия о структурно-формационных зонах, а в последнее время постепенно подходит к представлению о тектонических формациях (офиолитовый меланж, структурные комплексы зон смятия и складчатых поясов, рифтовые пояса, другие региональные системы трещиноватости и разломов).

В стратиграфии геолого-формационные представления фактически уже используются при выделении и корреляциях литостратиграфических единиц, а сформулированное недавно понятие *стратона*⁶ можно рассматривать как понятие о литобиостратиграфической формации.

Формационный подход и его терминология начинают проникать в смежную с геологией и находящуюся под

⁵ Усов М. А. Фации и формации горных пород. — В кн.: Основные идеи М. А. Усова в геологии. Алма-Ата, 1960, с. 115—149; Смирнов С. С. Избр. труды. М., 1955; Шатский Н. С. О геологических формациях. Избр. труды, т. 3. М., 1965; Кузнецов Ю. А. Главные типы магматических формаций. М., 1964.

⁶ Мейен С. В. Введение в стратиграфию. М., 1974.

сильным ее влиянием геоморфологии (геоморфологические формации ⁷); аналогичный подход существует в почвоведении ⁸. Термин «формация» для обозначения растительных ассоциаций используется в геоботанике.

Геология выступает сейчас основным инициатором разработки формационных представлений, и это не случайно. Ею накоплен большой опыт увязки данных по разным геолого-ландшафтным оболочкам (в том числе по рельефу, поверхностным водам и биосфере), с которыми геолог имеет дело при геологическом дешифрировании аэросъемочных материалов, а также при палеогеографических, палеотектонических и иных реконструкциях, при поиске полезных ископаемых.

Формационный анализ, таким образом, — динамично развивающееся направление анализа сложных природных систем в геологии, которое уже распространяется и на некоторые ландшафтные объекты.

По-видимому, нет принципиальных препятствий к тому, чтобы возможности формационного анализа использовать при изучении жидких ископаемых, поверхностных вод, ледовой и растительной оболочек. Если согласиться с этим, открывается возможность говорить о *геономических формациях*, которым противостоит класс антропогенных формаций, связанных с деятельностью человека.

Таким образом, правомерно следующее определение:

Геономические формации — это ассоциации природных образований Земли, регионального (иногда субрегионального и более крупного) масштаба, выбираемые в природных границах для целей развернутого системного либо поаспектного изучения (формационного анализа). В указанных рамках формационный анализ рассматривает *целостность* образований, в том числе и структурированную.

Понятие геономической формации не привносит каких-либо чуждых или неожиданных моментов в традиционное геолого-ландшафтное исследование.

⁷ Флоренсов Н. А. Указ. соч.; Тимофеев Д. А., Уфимцев Г. Ф., Онухов Ф. С. Указ. соч. Понятие орономических формаций было предложено еще в XIX в., но впоследствии забыто. — См.: Терлецкий А. Орономия. СПб., 1831, с. 18.

⁸ Польшов Б. Б. Избранные труды. М., 1956; Фридланд В. М. Указ. соч.; Боул С., Хоул Ф., Мак-Кркен Р. Указ. соч.

В качестве обязательного требования в нем подчеркивается структурно обозначенный (природными границами) характер ассоциации, благодаря чему она может выступать как естественно ограниченная система или как естественная подсистема в более сложной системе.

Как для общего системного анализа любые ранговые подразделения (субсистемы, системы, мегасистемы) суть *системы*, так и для формационного анализа в принятой выше неспецифической трактовке все ранговые подразделения (независимо от сложившихся обозначений) суть *формации*. То есть «геономическая формация» предлагается в качестве термина для широкой ранговой области природных образований. Если для образований субрегионального и регионального масштаба полезность формационного анализа (или аналогичных методик) уже осознана многими исследователями, то для образований более крупных рангов (включая планетарный) актуальность такого изучения еще только начинает осмысливаться.

Автору при обсуждении общих вопросов формационного анализа в геологии⁹ уже доводилось подчеркивать необходимость не смешивать принципиальный и терминологический моменты при формационном анализе. С этой точки зрения, ландшафтные (физико-географические) формации есть, в частности, и то, что было обозначено терминами — *геохора* или *геосистема*¹⁰, поскольку эти региональные физико-географические ассоциации всегда геометрически очерчены (по тем или иным природным границам).

При сложившейся терминологии разных геолого-ландшафтных дисциплин замена принятой рабочей терминологии на какую-то новую «формационную» едва ли реальна и едва ли необходима. Принципиально важно только то, что природные ассоциации, выделяемые внутри отдельных геолого-ландшафтных оболочек, можно рассматривать в рамках более-общего понятия, охватывающего более широкую систему природных образований.

Отметим, что никто из обсуждавших применение системного анализа в геологии и географии не ставил под сомнение возможность параллельно использовать обще-

⁹ Белоусов А. Ф. Проблемы анализа эффузивных формаций. Новосибирск, 1976.

¹⁰ Neef E. Op. cit.; Сочава В. Б. Указ. соч., с. 393—400.

системную и геологическую или географическую терминологию при обозначении структурных единиц и типов связей.

Не задерживаясь больше на общетеоретических и исторических предпосылках понятия и принципа геонимических формаций, остановимся на их научной и прикладной конструктивности.

1. Главнейший момент, подчеркнутый в общем определении геонимической формации,— сознательная установка на структурно-системное изучение ассоциаций природных образований. Сама система геонимических формаций является удобной укрупненной (загрубленной) основой для анализа причинных связей, каскадов вещества и энергии в современных и древних природных процессах Земли, в том числе в очень сложных, объединяющих образования разных оболочек.

Даже предварительная попытка представить себе по современным данным систему геонимических формаций показывает, что системное обобщение неодинаково коснулось разных формаций, особенно на уровне весьма крупных и планетарных единиц. Это видно хотя бы из того, что нет принятых понятий и терминов, фиксирующих планетарный уровень некоторых формаций, например, тех, которые уместно было бы обозначить как *магматосфера*, *метаморфосфера*.

2. Понятие геонимических формаций предлагается как междисциплинарное. Оно может способствовать преодолению терминологических барьеров и улучшению межнаучных контактов геологов, географов, математиков и технических специалистов.

Главные аспекты анализа природных формаций как систем, рассмотренные в ряде геологических и географических работ¹¹, сохраняют силу для геонимических формаций в целом. Это: а) анализ формаций как статических систем (выяснение отношений морфологических элементов в обычном физическом и разных признаковых пространствах); б) анализ их как динамических систем (выявление разных динамических отношений в координатах пространства и времени); в) ретроспективно-исторический анализ (последовательность и хронологические тенденции

¹¹ Косыгин Ю. А. Указ. соч.; Снытко В. А. Указ. соч.; Крауклис А. А. Указ. соч.

развития); г) ретроспективно-генетический анализ (причинно-следственные отношения).

3. Представление о системе геонимических формаций как укрупненных естественных составляющих Земли поможет дать состоятельные научные определения границ и предмета отдельных геолого-географических дисциплин, а также выбрать общеприемлемую номенклатуру.

Один из критериев состоятельности (определений и языка), по-видимому, полезно сформулировать как требование системной оптимальности, т. е. соответствия выбора определений, границ, номенклатуры потребностям изучения структуры не только данной узкой, но и более широко взятой системы (включающей не только объект изучения данной научной дисциплины, но и сопряженные с ним). Примеров системной неоптимальности в основном арсенале геолого-географических наук можно найти сколько угодно.

Недавно была подчеркнута фундаментально важная мысль о зарождении *геономии* — «комплексной науки о Земле»¹². Геономия может стать оптимальным структурным объединением наук о естественных геолого-ландшафтных образованиях вообще; не вполне оправдана тенденция ограничить геономию лишь областью геологических дисциплин (так как все они успешно объединяются в системе *геологии*).

Геонимические образования вместе с антропогенными (с учетом также космической среды) образуют систему единой *природы Земли*. С этой точки зрения неоптимально использование термина «*единая природа*» только для поверхностной оболочки Земли¹³.

С учетом системной оптимальности следует рассматривать вопрос о нижней структурной границе географической оболочки, который географами обычно решается без должного учета результатов и целей изучения геологической части системы Земля. С точки зрения геолога, самым оптимальным структурным разграничением объектов геологии и географии является поверхность любых горных пород. Географы же опускают нижнюю границу географической оболочки до разных уровней земной коры и даже астеносферы¹⁴.

¹² Белоусов В. В. Основы геотектоники. М., 1975.

¹³ Солнцев Н. А. Указ. соч., с. 10—15.

¹⁴ См. обзор в кн.: Кривошук А. Е. Указ. соч.

Косвенная диагностика

Прямая диагностика

Ф. молодых кор выветривания

Ф. литолого-петрографические
(магматические, осадочные,
метаморфические, рудные)

Ф. структурно-тектонические

Ф. нефте- и газоносные

Ф. почвенные

Ф. геоботанические

Ф. геоморфологические

Ф. гидрогеологические

Ф. гидрологические

Ф. гляциологические

Ф. геокриологические

Ф. импактиновые

В принципиальном определении предмета естественной науки так или иначе должно быть отражено место изучаемой ею частной системы в общей морфологической системе природных образований Земли, а также в каскадной системе вещества и энергии.

С этой точки зрения, *магматические формации*, например, можно определить как состоящие из горных пород, образованных на глубине или на поверхности коры путем затвердевания из полного или частичного расплава, который возник в результате трансформаций энергии на глубине и действия теплового потока глубинного происхождения. В этом определении (редакция может быть улучшена) содержатся критерии, однозначно отличающие магматические формации от других в рамках системы, которая включает также остальные геологические формации — осадочные, импактитовые, инкрустационных гидротермалитов, метаморфические.

4. Структурно обозначенный характер рассматриваемых ассоциаций природных образований позволяет ставить поверхностные (ландшафтные) ассоциации в соответствие с геологическими. Ландшафтные формации служат индикаторами геологических формаций при косвенных способах расшифровки геологического строения — аэрокосмических и наземных. На схеме 1 показана система информационно-поточных потоков, связывающих ландшафтные и геологические формации при геологическом дешифрировании. Схема наглядно выявляет наиболее мощные ландшафтные источники информации (наиболее сложные узлы стрелок, расходящихся книзу). Она показывает также, что при расшифровке геологических формаций через ландшафтные используются в основном информационные потоки, встречные направлению связей типа «процесс — ответ».

Структурно индивидуализированный характер выделяемых укрупненных ландшафтных и геологических еди-

Схема 1. Система информационно-поточных потоков при дистанционной диагностике геологических формаций — прямой (по физическим свойствам и геометрии объектов) и косвенной (по геолого-геоморфологическим объектам-индикаторам).

1 — ландшафтные формации; 2 — геологические; 3 — используемый поток информации совпадает с направлением связей типа «процесс — ответ»; 4 — зеркальное отражение тех же связей; 5 — использование прямых и обратных связей.

ниц удобен для картографического исследования их, в том числе как региональных объектов освоения и охраны. Актуальность такого исследования нарастает в связи с тем, что объектами техногенного изменения и даже уничтожения становятся формации природных образований регионального масштаба (геоботанические, гидрологические, почвенные, гидрогеологические, геоморфологические, полезные ископаемых).

5. Система геонимических формаций, выраженная в достаточно укрупненном виде, может быть удобной основой для сравнительно-планетологических исследований, которые сейчас расширяются. Проще всего пояснить это положение, сопоставив перечни главных доступных изучению природных формаций геолого-ландшафтных оболочек Земли и Луны. Читателю не составит особого труда перечислить земные формации, отсутствие которых на Луне качественно отличает ее от Земли. Более углубленное сравнительное изучение Луны и Земли, очевидно, должно охватить развитые там и здесь типы формаций — чехла поверхностной дезинтеграции пород, импактитовые, магматические, геоморфологические, тектонические.

Для сравнения состава магматических формаций Земли и Луны в целом можно дать морфологический вариант этих двух систем, основанный на выделении, оценках объемного соотношения и состава главных петрографических популяций магматических пород (породных групп). На схеме 2 в скобках перечислены перидотитовая, пироксенитовая, базитовая, анортозитоидная, кислая, щелочпосалическая, карбонатитовая группы пород. Понятными сокращениями обозначены выявленные особенности состава породных групп в доступной части магматосфер Земли и Луны.

Именно при сравнительно-планетологических исследованиях всего нагляднее можно видеть конструктивность выкладок с геонимическими формациями высших рангов, взятых в объеме целой геолого-ландшафтной оболочки или ее планетарных составляющих. Вместе с тем вырисовывается новый фундаментальный аспект исследования природных формаций — *планетологические формации* (формации на телах планетной группы вообще).

6. Важное направление геонимического формационного анализа может составить разработка иерархии разных природных ассоциаций, которая отражает их масштабы и сложность. Схемы соподчинения строятся пока обособлен-

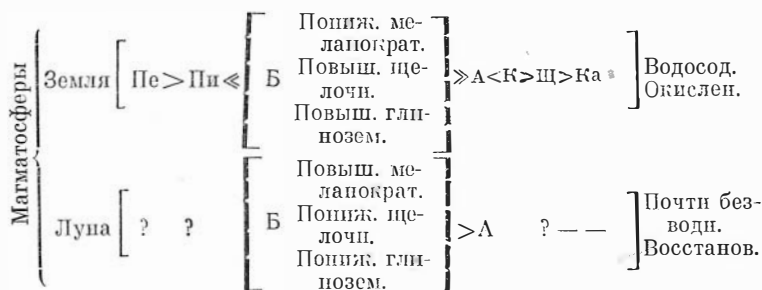


Схема 2. Сравнительная схема составов магматосфер Земли и Луны.

по разными специалистами. Это обычно узкоцелевые, весьма разноречивые схемы. Задача заключается в том, чтобы попытаться найти оптимально совместимую ранжировку разных природных формаций, которая облегчала бы многоцелевую системную увязку данных по разным составляющим геолого-ландшафтной оболочки (в частности, при картировании).

7. Совместное рассмотрение разных геонимических формаций позволяет проследить важные аналогии. Принципиальный интерес имеет прерывистая, популяционная структура ассоциаций природных образований, которая хорошо изучена в биосфере (видовые популяции), подмечена также в геологии («петрографические популяции», у некоторых авторов), в сфере мышления¹⁵ и может быть найдена в других природных объектах.

Популяционная структура характеризуется тем, что совокупность явно автономных природных образований (аналогичных биологическим индивидам) сравнительно компактна (подобно видовой популяции), но имеет те или иные признаки резкой и устойчивой обособленности от других природных совокупностей (подобных популяциям другого биологического вида).

На базе видовых популяций в биологии и палеонтологии, как известно, строится в конечном счете вся систематика состава зоологических и геоботанических комплексов, ископаемых биоценозов. Деление и систематика на

¹⁵ Щедровицкий Г. П. Проблемы построения системной теории сложного «популятивного» объекта. Ежегодник 1975. Ин-т истории естествозн. и техники АН СССР. М., 1976, с. 172—214.

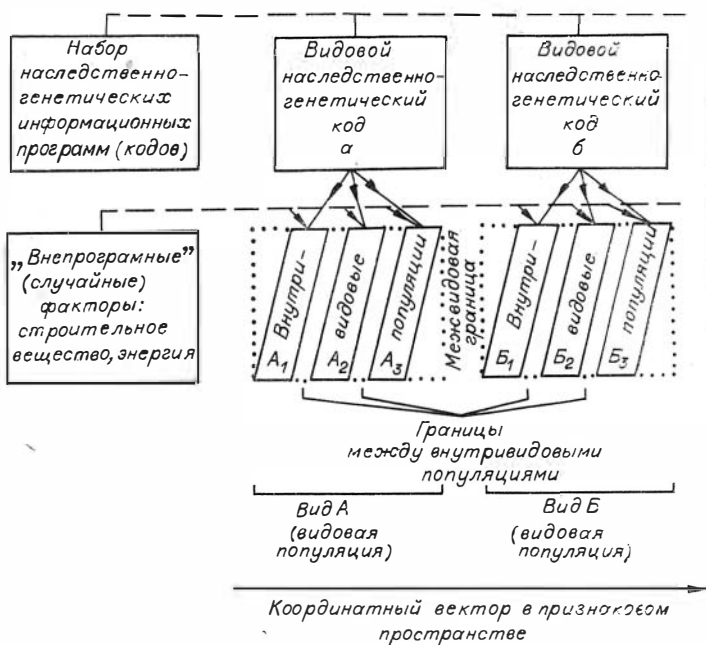


Схема 3. Обобщенная схема системы факторов воспроизведения биологических видов.

популяционной основе, как это видно в биологии, ценны тем, что оказываются оптимальными многоцелевыми, что позволяет им хорошо обслуживать разные аспекты исследования. Популяции удобны для математической обработки и интерпретации ее результатов (пример — биометрия).

Схема 3 представляет собой обобщенную системную схему факторов воспроизведения биологических видов. Она показывает, что биологический вид может быть представлен как результат действия двух групп (подсистем) независимых факторов: 1) «видового наследственно-генетического кода» (который понимается здесь преднамеренно упрощенно, без учета того, что этот код фактически существует лишь как набор многих не совсем одинаковых программ индивидов одного вида; 2) случайных факторов, не зависящих от генетической программы (в основном факторов среды). Биологический вид реализуется в общем случае как глобальная совокупность несколько различающихся внутривидовых (местных) популяций.

Важно, что в изучаемом признаковом пространстве (пространстве составов и свойств вещества, термодинамических параметров среды, геометрических и хронологических параметров) между видовыми популяциями в целом, так же, как и между любыми двумя местными популяциями разных видов, существуют природные границы. Причем всегда существуют признаки (или их комбинация), по которым выявляется дискретность (разрывы) между видовыми популяциями или местными популяциями разных видов. Примечательно, что положение межвидовых разрывов (регулируемых наследственно-генетическим кодом) относительно устойчиво; это должно приводить к появлению разрывов (или минимумов) в глобальной совокупности (смеси) видов. Напротив, положение границ (разрывов) между случайными внутривидовыми популяциями неустойчиво и не может создавать разрывов (или минимумов) в глобальной совокупности.

Таким образом, рассмотренная схема воспроизводства биологических видов оказывается еще и схемой природной дискретности биологических образований.

Эта популяционная схема, очевидно, должна сохранять силу для всех тех природных образований, которые возникают под контролем независимых программирующих механизмов. Значение этого обстоятельства представляется фундаментальным, поскольку выделение популяций, особенно устойчивых — глобальных, дает наиболее естественную структурную основу для исследования сложных природных систем.

Признаки резкой неоднородности распределения составов обнаруживает, в частности, совокупность горных пород земной коры. Обычно разделяются относительно устойчивыми статистическими минимумами (или разрывами) по химическим и минералогическим признакам такие группы магматических пород, как гранитоидная, базитовая, ультрабазитовая и другие, а из группы биохомогенных осадочных пород — известковая, доломитовая, кремнистая. На основе устойчивых популяций («породных групп») магматических пород делаются попытки построения многоцелевой систематики магматических формаций ¹⁶.

¹⁶ Белоусов А. Ф. Указ. соч.; Кузнецов Ю. А., Белоусов А. Ф., Поляков Г. В. Указ. соч.

Механизм возникновения устойчивой популяционной структуры ассоциаций небιологических природных образований, по-видимому, можно уподобить генетическому коду лишь принципиально, имея, конечно, в виду, что в неживой природе этот «код» может быть далеко не так совершенен в смысле независимости от внешних условий. Можно считать, что минеральный вид запрограммирован на кристаллохимическом уровне, в подсистеме предкристаллических зародышей и растущих кристаллов в растворе или расплаве. Магматическая породная группа запрограммирована на уровне магматической котектики в подсистеме «кристаллы — расплав»¹⁷. Популяционная структура системы в общем запрограммирована на предшествующем «микроуровне» организации вещества.

Популяционная структура геонοмических формаций, очевидно, нуждается в целеустремленном исследовании.

8. Коллективное обсуждение классификационных проблем геонοмических формаций может способствовать уяснению и преодолению традиционных недостатков, которые имеются в существующих систематиках природных геологических и ландшафтных объектов. Задача систематики сложных природных ассоциаций далеко не тривиальна.

Систематика геонοмических формаций должна быть однозначно и быстро реализуемой, она должна действительно облегчать решение научных и прикладных задач. Следует искать пути перехода к классификациям, которые удовлетворяли бы общенаучным требованиям исчерпываемости, однозначности, непересекаемости классов, их дробности и генерализации и т. д.

Систематики в природоведении сейчас обычно строятся эмпирическим (имплицитным) способом, заключающимся в выявлении некоторого количества подразделений, каждое из которых ставится в соответствие с каким-либо ранее изученным «типовым» или «эталонным» примером. Классификация вновь изучаемых образований ведется путем их сравнения с типовыми примерами. При составлении систематического списка и дальнейшей работе с ним обычно не пользуются какими-либо строгими правилами, поэтому систематизация имеет скорее бытовой,

¹⁷ Разъяснение механизма см. в кн.: Белоусов А. Ф. Указ. соч., с. 257—260.

чем собственно научный характер. «Бытовые» списки как средство классификации вполне оправдывают себя лишь в случае, если каждое подразделение в списке отвечает четко и универсально обособленной видовой популяции (пример — перечень биологических видов). Если же при классификации учитываются количественные показатели, строгие границы обычно не задаются. В итоге классификационные результаты оказываются неоднозначными, плохо воспроизводятся разными исследователями, поэтому исследование долго «пробуксовывает» уже на классификационном этапе.

Однозначность (воспроизводимость) систематики не может быть достигнута без четкого задания (формализации) классификационных границ, качественных и количественных. Обычный недостаток систематик сложных геологических и ландшафтных объектов — невыполнение этого требования. Нередко можно столкнуться даже с «обоснованием» расплывчатости классификационных границ, которая будто бы неизбежна и даже правомерна ввиду имеющей место нечеткости границ «в самой природе». В итоге классификационные подразделения имеют нечеткий, лингвистический характер и классификационные результаты не могут корректно обрабатываться приемами четкой логики, в том числе математическими. Одна из главных причин неудач при использовании математики в геологии и географии как раз заключается в попытках приспособить точные и мощные методы математики к плохо сформулированным задачам, в частности, сформулированным на базе нечеткой систематики предметов исследования. В этом случае при любых математических выкладках не исчезает нечеткий, лингвистический характер проверяемых предположений, а числовые оценки будут только полуколичественными (или еще хуже — условными или мнимыми). В этой связи безусловно поучительным для специалистов геолого-географического профиля может стать ознакомление с основными методологическими результатами новой дисциплины — математической лингвистики¹⁸.

9. Актуален вопрос о принципиальной модели предмета исследования, которой должна соответствовать выбираемая логическая структура систематики. Раньше в геолого-

¹⁸ Заде Л. Указ. соч.; Пиотровский Р. Г., Бектаев К. Б., Пиотровская А. А. Математическая лингвистика. М., 1977.

географических науках вопрос об исходной модели предмета классификации специально не обсуждался, он был поднят в последние годы в связи с применением математических методов решения классификационных задач.

До недавнего времени классификации в геологии и в географии строились, по существу, на двух основных *интуитивных* (как правило, даже не формулировавшихся) предпосылках — о популяционной видовой структуре предмета классификации и об однозначно-детерминированном характере связи между классификационными признаками. Сейчас все яснее становится, что детерминистская предпосылка имеет здесь частный характер и приемлемой более общей моделью связи между признаками природных образований является стохастическая.

Исходя из стохастической модели, можно построить систематики с «развязанными» (нежестко связанными) ранжированными признаками, наиболее удовлетворяющие упомянутому общенаучным требованиям. Разработка подобной систематики предпринимается, например, для составов магматических формаций¹⁹. Систематика с «развязанными» ранжированными признаками удобна для любых, в том числе весьма сложных геонимических формаций (таких, как вулканогенно-осадочные, рудно-магматические и т. д.), при учете большого числа классификационных показателей.

Изложенное позволяет полагать, что анализ геолого-ландшафтных формаций может стать плодотворным направлением совместной работы исследователей в разных областях наук о Земле.

Автор глубоко признателен акад. Ю. А. Кузнецову за подробное обсуждение рукописи статьи.

МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ В ИССЛЕДОВАНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Р. Т. ЯРОВИКОВА, *канд. филос. наук*

На современном этапе развития научного познания особую актуальность в науках о Земле приобретают философские вопросы геологии. Философское обобщение до-

¹⁹ Кузнецов Ю. А., Белоусов А. Ф., Поляков Г. В. Указ. соч.

стижений геологической науки с необходимостью предполагает определение характера и уровня развития ее методологической проблематики, которую целесообразно охарактеризовать в рамках целостной системы научной методологии, где одно из мест в особом структурном уровне системы научной методологии¹ наряду с конкретными методологиями других частных наук занимает методология геологической науки.

Казалось бы, система научной методологии, ее возможности, характер взаимовлияния ее уровней будут более глубоко изучены, если достаточно тщательно будут исследоваться ее компоненты, т. е. ее отдельные уровни. Но специфика развития любой частной науки такова, что она не может развиваться изолированно от других наук, тем более от философии. Поэтому методологические проблемы геологии необходимо решать во взаимосвязи с методологическими проблемами других наук, под непосредственным и опосредованным влиянием самой философии. Поскольку это так, то, действительно, тщетно пытаться понять сущность, природу методологических проблем какой-либо науки изолированно от методологических проблем других наук, прежде всего от философии. На основании сказанного проблему взаимосвязи разных структурных уровней научной методологии следует признать одной из актуальных.

Особое внимание при этом обращается на взаимосвязь философского и конкретно-научного уровней как основных структурных уровней. Непосредственно связанные с ними два других уровня — общенаучных принципов и форм исследования, а также методики и техники исследований — с необходимостью также вовлекаются в указанный процесс взаимодействия.

Анализ взаимодействия уровня философской методологии и методологии геологии исключительно ценен, что объясняется спецификой предмета геологии, историей ее развития в целом, а также историей формирования ее отдельных методов. К тому же в методологии геологии имеется достаточно большой «опыт» того, как на «судьбе» некоторых компонентов ее предметной или методологической форм

¹ Блауберг И. В., Юдин Э. Г. Становление и сущность системного подхода. М., 1973, с. 68—71,

знания отражались моменты игнорирования философской методологии².

В рамках анализируемой проблемы ставится задача определить характер взаимоотношения философского уровня методологии и одного из компонентов конкретно-научного (геологического) на примере анализа метода моделирования. Известно, что метод моделирования является элементом как уровня общенаучных принципов и форм исследования, так и уровня конкретно-научной методологии. Определяясь в качестве «модельной» методологии, моделирование характеризуется «... относительным безразличием к конкретным типам предметного содержания и вместе с тем апелляцией к некоторым общим чертам процесса научного познания в его достаточно развитых формах»³. Вместе с тем важно отметить, что универсальность метода моделирования позволяет апеллировать к некоторым общим чертам процесса познания не только в его достаточно развитых формах, но и в сравнительно элементарных.

Чем объяснить, что для выяснения характера соотношения уровня философской и конкретно-научной методологии взят один из компонентов уровня общенаучных принципов и форм исследования? Цель выбора состоит в том, чтобы показать: уровень философской методологии является основой для развития всех остальных уровней методологии, включая уровни достаточно общего характера.

Целесообразно анализ поставленной проблемы начать с сопоставления категориального аппарата в анализируемых уровнях методологии и прежде всего понятия модели. Было бы эффективным воспользоваться в этом процессе сопоставления обобщенным определением понятия модели. Но, к сожалению, такого определения в философии еще не выработано. При рассмотрении вопроса о построении обобщенного определения понятия модели в философской литературе обозначились три точки зрения; последователи одной из них вообще отрицают возмож-

² Об истории соотношения системного и исторического подходов в геологии см., например: *Философские основания естествознания*. М., 1977, с. 241—245; о проблеме выделения объектов исследования в геологии см.: *Жуков Р. А., Груза В. В., Ткачев Ю. А. Проблема выделения объектов исследования в геологии*. — *Мат. методы в геологии*, Л., 1975, вып. 3, т. 223.

³ *Блауберг И. В., Юдин Э. Г. Указ. соч.*, с. 70.

ность дать такое определение понятия модели ⁴; сторонники другой придерживаются диаметрально противоположного мнения ⁵; согласно же третьей точке зрения необходимо ограничиться «построением иерархии понятий модели, отражающих реальное различие уровней организации строения материи» ⁶.

Не считая возможным в рамках настоящей статьи останавливаться на анализе указанных точек зрения, отметим, что мы разделяем точку зрения тех исследователей, которые считают возможным построение обобщенного определения понятия модели. Необходимость выработки данного определения заключается прежде всего в том, что любое научное понятие (в данном случае обобщенное определение понятия модели), с одной стороны, представляет собой определенный, достаточно конкретный итог в становлении рассматриваемого понятия на том или ином уровне познания, а с другой — является основой, на которой будет осуществляться его дальнейшее развитие (последний момент — проявление постоянно усложняющегося характера процесса познания). Поэтому при отсутствии обобщенного определения понятия модели появляется необходимость иметь хотя бы его рабочее определение, естественно, в достаточной степени отвечающее критериям определения общенаучного понятия. Таковым может, например, служить следующее определение: модель — это «такая мысленно представляемая или материально реализованная система, которая, отображая или воспроизводя объект исследования, способна замещать его так, что ее изучение дает нам новую информацию об этом объекте» ⁷. В данном определении выделяются следующие свойства модели: 1) замещение исследуемого объекта-прототипа; 2) отражение или воспроизведение каких-либо необхо-

⁴ Bunge M. Analogy in Quantum Theory; From Insight to Non-sense.— «The British Journal for the Philosophy of Science», 1968, vol. 18, N 4.

⁵ Новик П. Б. О моделировании сложных систем. М., 1965; Кочергин А. Н. К обобщенному определению моделирования.— В кн.: Проблемы моделирования психической деятельности. Новосибирск, 1967.

⁶ Колчин А., Разумовский О., Волин В. Творческие связи философ и естествоиспытателей.— «За науку в Сибири», 1973, 9 мая, с. 6.

⁷ Штофф В. А. Моделирование и философия. М.—Л., 1966, с. 19.

димых для исследования объекта характеристик; 3) специфика построения модели; 4) возможность через модель исследовать прототип.

Обратимся к определениям модели в контексте геологического исследования.

I. «Модель — абстрактное или вещественное построение отображения объектов или процессов, адекватное исследуемым объектам (процессам) в отношении некоторых заданных критериев»⁸.

II. «Геологическая модель — информационная система, закрепленная на том или ином носителе и содержащая:

а) модель-свертку-сводку параметров, позволяющую на основе дедуктивного процесса получить произвольную информацию о некоторой системе, гомоморфной (с той или иной степенью «шумовых» искажений) моделируемому пространственному или пространственно-временному геологическому объекту — геологическому телу, геологическому процессу и т. д.;

б) постоянно обновляемую сводку эмпирических дат;

в) алгоритмы индуктивного и дедуктивного процессов, позволяющие систематически проверять адекватность модели и коррелировать ее параметры»⁹.

III. «Модель — это формализованная запись геолога на генезис объекта исследования»¹⁰.

Чем характеризуются данные определения понятия модели? Представляется весьма важным выявить характер обоснования рассматриваемого понятия модели в каждой отдельно взятой науке, ибо именно эти понятия рассматриваются в качестве основного «резерва» для построения обобщенного определения понятия модели. Для уяснения специфики определений понятия модели в геологии сопоставим предлагаемые выше определения с соответствующими определениями в других частных науках.

Лингвистика. «Под языковой моделью представляется мысленно созданная структура, воспроизводящая в схе-

⁸ Геологический словарь, т. 1. М., 1973, с. 477.

⁹ Кулинкович А. Е. Вопросы теории геологического моделирования и теории информативности моделей. — В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, 1975, с. 118.

¹⁰ Вистелнус А. Б. Математическая геология. Ее основные направления и задачи. — «Советская геология», 1977, № 1, с. 15.

материзированной (упрощенной) и наглядной форме сущностные отношения и связи языковой системы»¹¹.

История. «Под исторической моделью мы понимаем мысленный образ, направленный на замещение в процессе познания социального прошлого на основе объективного сходства (повторяемости) между историческими явлениями»¹².

Космология. Специфика космологической модели представляется в системе научно-космологического моделирования, которое можно определить «как *опосредованный* процесс концептуального воспроизведения пространственно-временной мегаструктуры этого гипотетического материального объекта, предположительно рассматриваемого как всеобъемлющее целое, на базе эмпирико-астрономической информации о доступной *непосредственному* познанию его части, с одной стороны, и системы локально-физического знания — с другой»¹³.

Таким образом, обнаруживается следующее: в данных определениях понятия модели подчеркивается прежде всего существование особой предметной области; определяется специфика видов моделей, применяемых в той или иной науке; характеризуются задачи, которые могут быть решены с помощью данных моделей; выявляется специфика построения моделей.

Аналогично определяется понятие модели в геологическом исследовании. Более детальное ознакомление с характером использования моделирования в исследовании геологического объекта позволит уточнить основные характеристики этого метода.

Стало очевидным, что выбор того или иного метода определяется природой исследуемого объекта. Поэтому прежде чем переходить к рассмотрению сущности характеризующего в работе метода, уточним некоторые моменты, связанные с определением природы геологических объектов.

¹¹ Гухман М. М. О роли моделирования и общих понятиях в лингвистическом анализе. — В кн.: Ленинизм и теоретические проблемы языкознания. М., 1970, с. 157.

¹² Завьялова М. П. Теория и модель в историческом исследовании. — В кн.: Вопросы теории как формы мышления. Томск, 1970, с. 38.

¹³ Турсунов А. Философия и современная космология. М., 1977, с. 71.

Специфика геологических объектов — в их субстратном многообразии, разнообразии пространственно-временных характеристик, сложности строения, многообразии связей и т. д. Это и понятно, так как предмет исследования геологии представлен «целым архипелагом детально разработанных разделов знания, которые охватывают огромный диапазон явлений и характеризуют состав строение, историю и происхождение Земли и ее отдельные элементы»¹⁴.

Изучение геологических объектов нуждается во взаимосвязанном анализе эндогенных и экзогенных процессов и явлений. При этом имеется в виду и большая система методов, применяемых в данной науке, одним из компонентов которой и является моделирование. Метод моделирования — один из тех методов, которые стали применяться в геологии по мере формирования ее как науки. Первым его видом в геологии было натурное моделирование, впоследствии получившее название «спонтанного». Примером этого вида моделей могут быть: «снег», «дождевые ручьи» и т. д. По первой модели изучались формы дюн и барханов, по характеру движения дождевых ручьев — эрозионные процессы¹⁵.

Такие виды моделей используются и в других науках. Но в отличие от них, в геологии данный вид модели, получив необходимое научное обоснование (при выявлении характера соответствия модели и прототипа на основании теории подобия), находит широкое применение и на современном этапе развития.

Распространению данного метода в геологии способствовало то, что он нашел широкое применение не только в условиях, жестко детерминированных, при действии статистических закономерностей, но и в условиях неопределенности¹⁶. При этом немаловажно отметить характер задач, для решения которых используется моделирование. Такими задачами прежде всего считаются: «понимание»

¹⁴ Поспелов Г. Л. Проблема причинности и явление конвергентной неопределенности в геологии. — В кн.: Современный детерминизм и наука. Новосибирск, 1975, с. 314.

¹⁵ Высоцкий Б. П. Проблемы истории и методологии геологических наук. М., 1977, с. 24—26.

¹⁶ Мамедов Н. М. Моделирование и синтез знаний. Автореф. канд. дис. М., 1976, с. 8.

«предсказание» и, при определенных условиях, «контроль»¹⁷. Но в данном перечне упускается не менее, а более важная задача (от решения которой по существу зависит решение всех остальных) — это «познание». Отождествление же его с процессом «понимания» (если это имеется в виду) недопустимо, так как «понимание» — уже определенного рода обоснование знания, его интерпретация. В связи с этим более последовательным нам представляется подход к определению назначения моделей через выделение следующих функций: трансляционная, заместительно-эвристическая, экстраполяционно-прогностическая и аппроксимационная¹⁸.

Не ставя задачи подробного рассмотрения всех видов моделей, применяемых в геологии, остановимся на анализе одного из важных этапов в развитии и функционировании данного метода в геологии — системного моделирования. В отличие от других наук, где приходилось часто доказывать наличие системного характера тех или иных исследуемых объектов, в геологии он был эмпирически наблюдаемым.

Но можно ли утверждать, что с выявлением системности геологического объекта в процесс его изучения сразу был внесен системный подход? Безусловно, нет. Данный вопрос достаточно подробно анализировался и в результате подтвердилось, что сама системность объекта предполагалась только на интуитивном уровне. В этой связи важно также подчеркнуть неправомерность отождествления исследования системного (сложного) объекта и системного исследования такого объекта. Необходимость постановки этой проблемы в геологии была обусловлена сложившейся в ней практикой словоупотребления.

Включение системного подхода в анализ геологического объекта можно проиллюстрировать на понятии системной модели, системного моделирования, т. е. на особом рода соотношении системного подхода и метода моделирования. Чем обуславливается такая возможность анализа?

¹⁷ Харбух Д., Бонэм-Картер Г. Моделирование на ЭВМ в геологии. М., 1974.

¹⁸ Горелов А. А., Сельвестренко В. В. Метод моделирования и оптимизация биосферы. — В кн.: Методологические аспекты исследования биосферы. М., 1975, с. 248—251.

Во-первых, существующей в процессе познания корреляцией системного подхода и метода моделирования. В геологии взаимосвязь указанных методов представляется весьма давней.

Во-вторых, связь системного подхода с методом моделирования оказалась столь органичной, что отразилась в концептуальном единстве — термины «системная модель», «системное моделирование» приобрели характер общепризнанности. Выявлению этого концептуального единства способствовали характер и уровень развития современной науки, определившей в качестве одной из своих основных тенденций — тенденцию к синтетической целостности. Спецификой системной модели является как раз то, что каждая, отдельно взятая модель, которая отражает сложный объект и детально представляет его какую-то часть, должна быть соотнесена с другими моделями, отражающими данный объект. Тогда рассматриваемая нами модель будет либо расчлененной на другие модели, представляющие те или иные стороны исследуемого объекта, и окажется более сложной по сравнению с ними; либо она займет место на одном из уровней структуры более сложной модели и окажется более элементарной по сравнению с моделями, стоящими на более высоком структурном уровне, и глобальной системной моделью в целом. (Естественно, что построение системной модели и ее компонентов — отдельных моделей — должно проводиться по одному основанию.)

С одной стороны, введение системной модели предполагает рассмотрение объекта как целого, с другой — системная модель как бы непосредственно «организует» изучение взаимодействия моделей в пределах этого целостного образования. Методологическая значимость системных моделей определяется в ходе самого исследования геологических объектов: «На наш взгляд, общий методологический недостаток упомянутых попыток моделирования радиального распределения элементов в Земле заключается в априорной допустимости зависимости этого распределения от какого-либо одного свойства атома. При таком подходе недооценивается тот факт, что распределение элементов обуславливается всеми возможными их свойствами и свойствами множества образуемых ими подвижных природных соединений, количественное соотношение и отнесенительная роль которых варьируют в широких пределах,

в зависимости от термодинамических условий разных геосфер и зон земной коры»¹⁹.

В-третьих, использование системного моделирования целесообразно также благодаря универсальности как системного подхода, так и метода моделирования. Исходя из этого системная модель, может быть материальной, вербальной и математической. В частности, специфику математической системной модели можно охарактеризовать следующим образом: «В системных исследованиях (в рамках единого системного подхода) строится разветвленная сеть математических моделей систем с учетом различной общности, разных типов, классов организованности и предметных областей и явлений»²⁰.

При попытке выделения понятия «геологическая система» выясняется, что такого рода дефиниции в геологии пока нет. При необходимости в одних случаях более охотно оперируют понятием «геологический объект». В других — используется определение, функционирующее в какой-либо смежной науке. Вероятно, в логике развития научного познания такая ситуация достаточно типична. Но в ходе самого развития геологической науки формируется подход к возможности создания в ней такого определения. Схематично это можно представить следующим образом. До тех пор, пока наука «не выработала» своего определения какого-либо понятия, она пользуется имеющимися в другой науке. При необходимости в ходе решения той или иной познавательной задачи системы делаются попытки построения определения в системе своей науки.

В ходе развития науки определяются основы для выделения исходных принципов, которые в последующем позволяют охарактеризовать специфичность геологических систем. На основе исходных принципов формируются и системообразующие свойства, чем создается основа для построения необходимого определения. Одним из эффективных способов решения поставленной задачи может быть уточнение предлагаемого понятия через классификацию понятий определенных видов систем. Примером по-

¹⁹ Щербаков Ю. Г. Причинно-следственные связи в геохимической эволюции. — В кн.: Методологические проблемы научного познания. Новосибирск, 1977, с. 170.

²⁰ Тютюн В. С. Отражение, система, кибернетика, М., 1973, с. 236.

добных систем являются статистические, динамические и ретроспективные ²¹.

Рассматривая понятие системной модели в качестве одного из основных этапов в эволюции понятия модели, особо важно остановиться на моменте перехода от элементарного моделирования к системному, от понятия модели к понятию системной модели. В процессе исследования объекта на основе применения модели создается система модельной ситуации. Так, на первых стадиях применения моделирования исследователи ограничивались задачами познания тех или иных свойств и сторон объекта. На первоначальных этапах применения модели исследователи не могли в силу объективных причин видеть в моделировании «осознанной операции» целостного, всестороннего изучения объекта. Специфика осознания в геологии того, что объект — системное образование, состояла в том, что сначала не определялась возможность видеть этот объект в системе более сложных — это с одной стороны, с другой — геологическое исследование развивалось не от познания элементарных компонентов к более сложным, а наоборот, от относительно сложных. Поэтому исторически сложилось так, что в понятие структуры часто не включались характеристики внутреннего строения объекта, обозначались лишь свойства, определявшиеся внешней средой. Данная практика исследования вылилась в своего рода закономерность: при познании каждого конкретного объекта прежде всего исследователи обращают внимание на те тенденции, которые являются результатами воздействия внешней среды, а закономерности, присущие природе самого объекта (например, вопросы, связанные с морфогенезом магматических и флюидных систем земной коры), остаются не раскрытыми.

В этой связи становится понятным, почему первоначальное видение системности геологического объекта было интуитивным, но такое представление объекта не могло оказаться адекватным его сущности. Возникла необходимость в подходе, который позволял бы выявить механизм функционирования и развития данного объекта во взаимосвязи его внутренних и внешних характеристик, т. е.

²¹ Косыгин Ю. А., Соловьев В. А. Статистические, динамические и ретроспективные системы в геологическом исследовании. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1969, № 6.

была поставлена задача: переориентировать ход исследовательской мысли. Такую роль призван был сыграть системный подход.

В процессе применения системного подхода осуществляются важнейшие для исследования геологического объекта процедуры: выявление целостности изучаемой системы; определение элементов, составляющих систему; рассмотрение способов и типов взаимодействия элементов системы; определение уровней анализируемой системы; характеристика интегральных свойств, которыми обладает система в целом, и свойств, которыми не обладают составляющие ее элементы вне системы и т. д.

Моделирование, сочетая в себе способность к аналитико-интегрирующим процедурам, удачно коррелируется с применением системного подхода и может осуществляться: 1) при выявлении характера целостного объекта и составляющих его элементов; 2) для оптимизации любого, необходимого для анализа взаимодействия элементов (такая возможность особенно эффективно обеспечивается наличием абстрактных логико-математических моделей); 3) при выяснении характера какого-либо процесса, уже имевшего место в прошлом или только предполагающегося в будущем; 4) наконец, широкое возможности этот метод имеет при выборе вариантов систем исследуемого объекта или компонентов.

Стратегия научного поиска определяется подчинением процесса познания характеру целостности исследуемой системы и заключается в выявлении механизма рассматриваемых свойств, что достигается через анализ взаимодействия составляющих элементов. Исследователь, пытаясь определить характер взаимодействия элементов системы, рассматривает предполагаемый вид взаимодействия на моделях. Выяснение характера взаимодействия моделей элементов системы осуществляется в направлении от рассмотрения их взаимодействия в подсистеме одного уровня системной модели к рассмотрению взаимодействия моделей разных структурных уровней вначале одной системной модели, затем разных системных моделей.

Выяснив характер и сущность взаимодействия тех или иных моделей, исследователь определяет роль и место выявленного взаимодействия моделей в общей структуре системной модели. Поскольку знание, полученное при анализе моделей, должно быть перенесено на реальный

объект, то исследователь стоит перед необходимостью сопоставить исследуемый объект не с одной (даже системной) а с несколькими моделями. Это зависит от выбора параметров, зафиксированных в рассматриваемых моделях. Сама стратегия включения модели в процесс исследования связана с характером усложнения познавательных задач: от попыток отражения отдельных аспектов изучаемого объекта исследователь переходит к рассмотрению и в более широком контексте; от построения моделей по одному основанию — к построению моделей по разным основаниям. Эффективность данного подхода очевидна, так как только при его применении можно получить более или менее адекватную характеристику изучаемого объекта.

В этой связи большое значение имеет иерархическая структура системной модели. Сопоставляя полученную информацию с объектом изучения, исследователь сможет при тех или иных обстоятельствах видоизменять какие-то определенные модели, а не апробировать всю систему в целом. При корректировке модели исключительно важную роль в методологическом отношении будет иметь анализ модельной ситуации. В результате будет создана общая возможность для проведения анализа не только модели субъекта модельной ситуации и объекта, но и каких-то определенных характеристик их соотношения. В этой связи является положительной попытка обосновать характер связей геологических моделей²². Такими являются абстрактные, эмпирические и эвристические типы связей. Наиболее многогранными оказываются абстрактные, или теоретические, связи, которые имеют более обобщенный характер. В случае, если теоретические связи представляются недостаточно обоснованными, исследователь может использовать эмпирические или эвристические. Эмпирические связи фиксируются на основе наблюдений. Необходимость эвристических связей обуславливается стратегией научного поиска.

В процессе установления взаимодействия моделей системы, в целом системных моделей и компонентов системы исследуемого объекта возникает необходимость выявить формы их реализации в какой-то определенный момент

²² Харбух Д., Боуэн-Картер Г. Указ. соч., с. 29.

времени и при определенных условиях. Таким образом, встает проблема анализа состояния системы объекта и состояния модели, отражающего с какими-то определенными допущениями состояние объекта. Для анализа геологического объекта проблема характеристики состояния (и связи состояний) имеет исключительно важное значение, так как реальная геологическая система — это комплексное образование, находящееся в исключительно сложных отношениях с другими системами. Кроме того, фиксируются ситуации, когда геологические объекты, достаточно близкие между собой по имеющимся в настоящее время характеристикам, отличаются друг от друга своим происхождением, что можно выявить только в результате анализа характера состояния системы реального объекта в прошлом.

Имеют место и такие ситуации, когда весь процесс происхождения и развития геологического объекта является ненаблюдаемым. Выявить причины образования тех или иных геологических тел также можно с включением понятия «состояние» в предпринятый анализ.

Таковы некоторые аспекты применения системного моделирования при исследовании геологического объекта. Мы далеки от мысли, что нами исчерпаны все, даже основные, моменты его использования. Но рассмотрение уже этих вопросов подтверждает, на наш взгляд, идею о том, что анализ методологической проблематики любой частной науки целесообразно проводить в целостной системе методологии науки.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ НАУКА И ПРОБЛЕМА ВНЕДРЕНИЯ ЕЕ ДОСТИЖЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВО

В. С. СУРКОВ, *чл.-кор. АН СССР*

Земная кора, ее верхняя оболочка, дает все необходимое для жизни живой природы, в том числе человечества. Изучением строения Земли, ее происхождения и развития занимается геология.

Геология имеет фундаментальное значение для всех отраслей народного хозяйства. Она оказывает существенное влияние на все сферы жизни человеческого общества.

ва. Вот почему развитию этой науки, особенно в области раскрытия закономерностей размещения полезных ископаемых в земной коре, внедрению ее достижений в производство в условиях развитого социализма, придается особое значение.

Геология как наука наряду с физикой, химией, биологией является одной из областей естествознания. Она в свою очередь подразделяется на ряд научных дисциплин, которым принадлежит весьма важная роль в раскрытии частных закономерностей строения и развития земной коры, минерало- и рудообразования и т. д. Такими научными дисциплинами являются: минералогия, петрография, гидрогеология и др.

Вместе с тем следует отметить, что в современном естествознании выделяются переходные науки, которые отражают реальные переходы, существующие в самой природе между соответствующими материальными образованиями с присущими им специфическими формами движения, и не входят целиком в какую-либо одну из основных отраслей естествознания. Так, геохимия — это переходная наука между геологией и химией, геофизика — между геологией и физикой.

Несмотря на широкое применение в геологии математических, физических и химических методов, геология не является точной наукой. Это связано с тем, что последние, как и другие отрасли естествознания, базируется на фактах; по устанавливаемые путем наблюдений и экспериментов и служащие необходимым материалом для теории, они, в отличие от других отраслей естествознания, в геологии добываются очень медленно. Уже в силу своей историчности, эти факты являются предположительными, гипотетическими и требуют дальнейшего изучения. Их сбор и анализ в любой отрасли геологии являются процессами длительными, трудоемкими, а переосмысливание тех или иных явлений часто приводит к переоценке ранее сделанных выводов.

С позиции материалистической философии диалектическое единство теории и практики составляет важнейшую сторону научного познания общей истины природы.

Медленное добывание фактов, их длительное изучение, а, главное, их недостаточность — вот основная причина отсутствия строгой теории о закономерностях развития и строения верхней оболочки Земли (литосферы). В этом

главном вопросе геологическая наука пока вынуждена базироваться на гипотезах.

Положение, которое сложилось в настоящее время с разработкой теории о закономерностях развития и строения коры Земли, во многом зависит от внедрения в практику результатов фундаментальных и прикладных геологических исследований.

Отсутствие строгой теории в геологической науке, объективно отражающей развитие и строение верхней оболочки Земли, существенно влияет на разработку закономерностей размещения полезных ископаемых. А наметившаяся тенденция механического переноса положений новой глобальной тектоники на предшествующие эпохи усложняет разработку теории и решение проблемы выяснения закономерностей размещения полезных ископаемых.

Одной из главных проблем, которая стоит перед геологической наукой и волнует многих ученых, является разработка на диалектико-материалистической основе теории об общих закономерностях строения и развития верхней оболочки Земли (литосферы).

Эта проблема отражает объективно противоречие между тем, что мы знаем и чего не знаем. Указанное противоречие особенно отчетливо проявилось в последнее десятилетие между сторонниками и противниками гипотезы новой, глобальной тектоники, или тектоники литосферных плит.

В настоящее время в нашей стране и за рубежом появилось много работ, в которых с позиции новой глобальной тектоники сделаны попытки объяснить некоторые геологические явления и процессы, в том числе закономерности формирования полезных ископаемых¹.

Приводимые в этих работах доказательства о существовании, например, дрейфа континентов в рифейско-палео-

¹ Зоненшайн Л. Н., Кузьмин М. И., Моралев В. М. Глобальная тектоника, магматизм и металлогения. М., 1976; Кулон Жак. Разрастание океанического дна и дрейф материков. Л., 1973; Новая глобальная тектоника. М., 1974; Верхняя мантия. М., 1975; Металлогения и новая глобальная тектоника. Краткие тезисы докладов к Всесоюзному научно-техническому совещанию... Л., 1973; Сила тяжести и тектоника. М., 1976; Сорохтин О. Г. Глобальная эволюция Земли. М., 1974.

зойскую эру основываются скорее на предположениях, чем на фактах (Л. П. Зоненшайн и др.).

Новая глобальная тектоника предполагает пересмотр многих положений геологии, например, теории геосинклиналей, которая не согласуется с глобальной тектоникой. Последняя не дает удовлетворительного объяснения и понятия о геологических формациях как реально существующем парагенезисе горных пород или естественных комплексах, сообществах, ассоциациях горных пород, «отдельные части которых тесно парагенетически связаны друг с другом как в возрастном (переслаивание, последовательность), так и пространственном отношении (фациальные смены и др.)»².

Геологические формации многообразны по составу пород, особенностям залегания. Это объясняется различными условиями (процессами) их формирования, отражающими сложные формы движения неорганической материи.

Например, геосинклинальные формации (состав пород, формы залегания, мощность) свойственны определенной (геосинклинальной) стадии развития неживой природы, отражающей высшую (сложную) форму движения неорганической материи. Для этой стадии развития земной оболочки характерны: изостатическая неуравновешенность коры, резко дифференцированные, преимущественно вертикальные тектонические движения с большими скоростями и амплитудами перемещения. В геосинклинальных системах через глубинные разломы, под воздействием мантийного материала, происходит преобразование первичного субстрата коры. В результате физико-химических процессов формируются новообразованные генерации «базальтового» и «гранитно-метаморфического» слоев — новой континентальной коры.

Глубинные процессы геосинклинального этапа находят отражение в верхней части земной коры в виде морфотектонического расчленения, которое обуславливает ее структурно-формационную расчлененность. Вещественная дифференциация приводит к формированию специфических геологических формаций, соответствующих типу структурных зон геосинклинальной системы.

В эвгеосинклинальных зонах, которые закладываются и формируются на новообразованной океанической коре,

² Геологический словарь, т. 1 и 2. М., 1973,

такие формации имеют преимущественно фемический состав, в миогеосинклинальных зонах, которые закладываются и формируются на континентальной коре формации, как правило, — сиалический. Однако геологические формации того или другого типа зон характеризуются резкой изменчивостью состава, мощности пород вкрест простираения, и наоборот, большой выдержанностью их по простираению.

Таким образом, понятие «геосинклинальный процесс» отражает объективно существующую в природе сложную форму движения неживой материи, которая приводит к строго определенной структурной и формационной дифференциации вещества. Этот процесс необходимо рассматривать как одну из высших форм движения материи, которая, как и другие высшие формы движения, представляет собой синтез более простых форм движения неорганической материи (механической, физической и химической).

Сложной формой движения неорганической материи, которая отражает соответствующие этапы развития неживой природы и приводит к окончательному формированию новой континентальной коры и специфических геологических формаций, является процесс орогенного этапа развития земной коры.

Первичный орогенный процесс свойствен складчатым системам, возникающим на месте геосинклинальных, после завершения собственно геосинклинального этапа развития. Орогенные структуры этого типа качественно (структурно и формационно) отличаются от геосинклинальных.

Вещественная структурно-формационная расчлененность верхней части коры, созданная геосинклинальным процессом, определяет общую тенденцию их дальнейшей эволюции на орогенной стадии. Она развивается по двум основным путям — унаследованному и обращенному (инверсионному).

Базифицированные участки коры (эвгеосинклинали) с положительной избыточной плотностью имеют в целом тенденцию к длительному устойчивому относительному прогибанию, гранитизированные (миогеосинклинали) — с отрицательной избыточной плотностью, как правило, испытывают длительное относительное воздымание.

Во время первичного орогенного этапа формируется новообразованная континентальная кора, которая качественно отлична от коры, послужившей фундаментом

для возникновения геосинклинальной системы. Этому процессу свойственны молассовые, батолитовые и другие геологические формации.

Платформенный этап, в отличие от вышеназванных (геосинклинального и орогенного), характеризуется относительно стабильным состоянием континентальной коры и формированием специфических (платформенного типа) геологических формаций.

Понятия «геосинклинальный», «орогенный» и «платформенный» процессы вполне правомочно рассматривать как проявление сложной формы движения неорганической материи, отражающее синтез простых форм движения материи. Такого типа сложную форму движения материи (синтез простых форм движения неорганической материи) акад. Б. М. Кедров, в отличие от биологической формы движения, и предлагает выделять в особую геологическую форму движения, понимая под этим «способ существования неорганических (минеральных) веществ в пределах отдельного космического тела»³.

С диалектико-материалистических позиций попытаемся выяснить, какие же основные положения гипотезы (концепции) новой глобальной тектоники можно рассматривать в качестве геологической формы движения неорганической материи.

Идеи тектоники литосферных плит высказаны в многочисленных трудах советских и зарубежных авторов⁴.

В соответствии с этими идеями верхняя оболочка Земли состоит из двух слоев: литосферы и астеносферы. Литосфера в отличие от астеносферы имеет большую плотность и прочность. Под воздействием конвекционных или других процессов, происходящих в мантии, литосфера расщепляется на мегаблоки или плиты, которые перемещаются в горизонтальном направлении. Контуры и размеры плит самые разнообразные. Они включают участки как с континентальной, так и океанической корой. Континенты в пределах этих плит выступают в виде айсбергов. Каких-либо закономерностей в перемещении плит, особенно для прошлых эпох, не установлено.

³ Кедров Б. М. Предмет и взаимосвязь естественных наук. М., 1962.

⁴ Наиболее полно они отражены в следующих сборниках: Новая глобальная тектоника; Верхняя мантия; Сила тяжести и тектоника.

Гипотеза новой глобальной тектоники, следовательно, допускает раскол и расхождение литосферных плит. Процесс их раздвижения и получил название спрединга океанического дна.

Вместе с тем эта гипотеза допускает как расхождение плит и образование океанической коры, так и схождение, столкновение и поглощение плит.

Поглощение литосферных плит происходит в зоне Веньофа, где тяжелые плиты погружаются под более легкие. Явление поддвига литосферных плит получило название субдукции.

Детальный анализ положений концепции тектоники литосферных плит, фактические данные позволяют утверждать о существовании в качестве сложной геологической формы движения, по-видимому, только процесса спрединга (раздвижения) литосферных плит.

Прямым доказательством его существования служат срединно-океанические хребты, а также глубинные разломы растяжения, на всю мощность рассекающие земную кору и литосферу.

Рассмотрим более детально явление спрединга литосферных плит. По геофизическим данным, мощность литосферы в среднем составляет 100 км, но под материковыми плитами она утолщена до 130 и даже 150 км, а под океаническими плитами (впадинами) не превышает 80—90, а возможно и 50 км. По этим же данным, литосфера неоднородна по плотности, но в среднем она плотнее, чем подстилающий ее субстрат (астеносфера). Граница Мохоровичича проходит целиком внутри литосферы и служит главной петрологической границей внутри литосферы.

Мощность астеносферы — около 200 км. По отношению к литосфере она может рассматриваться как «жидкая», так как обладает свойством ползучести под действием длительных нагрузок и других процессов.

Это свойство астеносферы обуславливается следующими факторами: во-первых, ею гасятся поперечные волны; во-вторых, наличие высоких температур на таких глубинах обуславливает частичный ее расплав.

 Под влиянием длительных неоднородных нагрузок, вызванных процессами в литосфере, конвекционными или другими процессами в мантии, в системе «литосфера — астеносфера» создаются условия гравитационной неустой-

чивости, которые приводят к расколу верхней оболочки Земли (литосферы) на мегаблоки (плиты) и к их раздвижению (спрединг).

Раздвижение плит может быть быстрым и медленным, различным по амплитуде, от нескольких километров до десятков, сотен и даже тысяч километров. Это обусловлено, очевидно, разными факторами как глубинного, так и поверхностного значения, в частности, тепловыми, химическими и минералогическими условиями. С этих позиций рифтогенез как явление растяжения литосферы нужно считать частным случаем процесса спрединга.

Процесс активного спрединга (раздвижение) литосферных плит по длительности проявления и охвату пространства сопоставим с геосинклинальным процессом, но, в отличие от последнего, с ним связано возникновение новообразованной коры океанического типа, а вертикальные движения в этот период выступают как следствие горизонтальных перемещений плит.

Новообразованная океаническая кора со свойственными ей специфическими геологическими формациями (вулканогенными) образуется только в местах раздвигающихся плит.

Поэтому, в отличие от сторонников новой глобальной тектоники, допускающих дрейф литосферных плит и их перемещение на большие расстояния, мы считаем, что дрейфа литосферных плит как такового не существует, а происходит процесс раздвига плит, причем амплитуда раздвига не может превышать поперечных размеров срединно-океанических хребтов (поперечные размеры современных срединно-океанических хребтов не превышают 2000 км). Под понятием же «дрейф континентов» подразумевается механическое, достаточно хаотическое перемещение литосферных плит в пространстве и во времени, что противоречит диалектико-материалистическому пониманию развития материи.

Неорганической природе, как и органической, свойствен прогрессивный процесс развития, направленный от низшего к высшему, от простого к сложному. Развитие неорганической природы является необходимым условием для возникновения жизни, опорой. Признание же вечного непрерывного дрейфа литосферных плит приводит, в конце концов, к отрицанию прогрессивного процесса развития неживой природы.

Понятие о дрейфе континентов, или постоянном перемещении литосферных плит, возникло из-за недооценки сторонниками новой глобальной тектоники свойств континентальной коры—ее способности изменять свои физические параметры под действием внешних факторов.

Гравитационная неустойчивость системы «литосфера — астеносфера» и раздвижение литосферных плит, по-видимому, возможны только на определенной стадии развития Земли при строгом соотношении внутренних и внешних факторов (различной нагрузки литосферы, геометрической формы астеносферы, тепловых и конвекционных потоков).

Раздвижение литосферных плит и формирование новой океанической коры в местах раздвига за счет мантийного вещества вызывают отток последнего с соседних участков астеносферы и, как следствие, погружение участков литосферы с континентальной корой под уровень Мирового океана (т. е. эти участки оказываются погребенными под водами морей и океанов).

Под воздействием тангенциальных напряжений и геотермических процессов в пределах литосферных плит, испытывающих раздвижение, происходит как бы коробление земной коры, в результате которого окраинные участки погружаются и на их месте образуются глубоководные океанические впадины, прибрежно-материковые моря, архипелаги, островные дуги и т. д. В пределах такого типа глубоководных океанических впадин и морей континентальная кора, испытывая воздействие интенсивного погружения и нагрузки многокилометровой мощности осадков, столба воды, приобретает по физическим параметрам, измеряемым геофизическими методами (скорости упругих волн), свойства океанической коры. По вещественному составу она остается континентальной. Это доказывается целым рядом факторов: в частности, в пределах островных дуг, отдельных островов, архипелагов континентальные свойства коры сохраняются, и ее мощность за счет непрерывного воздымания этих участков увеличивается.

Таким образом, раздвижение (спрединг) литосферных плит наряду с другими сложными геологическими формами движения (платформенной, геосинклинальной, орогенной) можно рассматривать как сложную геологическую форму движения неорганической материи. Эта сложная

форма движения неорганической материи является синтезом простых форм ее движения (механической, физической и химической).

Открытие процесса спрединга литосферных плит, как и учение о платформах, геосинклиналях и орогенах, является огромным достижением геологической науки последних десятилетий. Понимание процесса спрединга и его следствий позволяет раскрыть многие закономерности строения и развития литосферы Земли, в частности, полнее познать геосинклинальный процесс, тепеэне мио- и эвгеосинклинальных зон, их пространственное положение и временные соотношения.

Анализ процесса спрединга показывает, что миогеосинклинальные зоны образуются на опущенных участках литосферных плит, погруженных под воды морей и океанов с континентальной корой, обладающей только по физическим параметрам свойствами океанической коры. Такие зоны закладываются и развиваются одновременно с формированием океанической коры в пределах срединно-океанических хребтов. Из этого следует, что миогеосинклинальные зоны в геосинклинальной системе всегда должны занимать внешнее положение и примыкать к современным или древним континентам (кратонам).

Эвгеосинклинальные зоны закладываются и развиваются на новообразованной океанической коре, т. е. на месте срединно-океанических хребтов после окончания периода раздвижения (спрединга) литосферных плит. Поэтому оформление их как геосинклинальных систем по отношению к миогеосинклинальным сдвинуто во времени, как минимум, на один тектонический цикл. Следовательно, эвгеосинклинальные зоны закладываются вслед за миогеосинклиналями и формируются в складчатые много позднее миогеосинклиналей. Они всегда должны занимать внутреннее положение по отношению к миогеосинклиналям.

Таким образом, с диалектико-материалистических позиций признания геологических форм мы должны признать реальность существования платформенного, геосинклинального, орогенного этапов и этапа спрединга в развитии литосферы Земли. Эти сложные геологические формы движения возникают последовательно на определенной стадии развития литосферы, отражая направленный необратимый процесс развития неживой природы.

Платформенный, геосинклинальный и орогенный процессы характерны, например, для рифейско-палеозойской эпохи развития Европейско-Азиатского континента. Геосинклинальный и орогенный процессы, проявившиеся в эту эпоху, сформировали качественно новую континентальную кору Земли. В пределах древних континентов (кратонов) в это время отлагались осадочные платформенного типа геологические формации.

Анализ геологических и геофизических материалов показывает, что развитие рифейско-палеозойского подвижного пояса на Европейско-Азиатском континенте, от первоначального относительно стабильного состояния континентальной или океанической коры до относительно стабильного состояния новообразованной континентальной коры, представляет собой последовательно и закономерно сменяющиеся и накладывающиеся друг на друга во времени и пространстве геосинклинальный и орогенный процессы. Эта направленная многоэтапная геологическая форма движения материи и привела к образованию в пределах Урало-Монгольского подвижного пояса качественно новой сложнопостроенной коры континентального типа.

Раскол и сдвиг литосферных плит с незначительной амплитудой раздвига в пределах Европейско-Азиатского материка можно предполагать только на рубеже 1,6—1,4 млрд. лет. С этим процессом, по-видимому, было связано раздвижение Восточно-Европейской, Сибирской, Северо-Китайской, Таримской древних платформ, некогда образующих единую протоплатформу. В процессе раздвига были образованы рифтовые системы с новой океанической корой, на которых в рифее закладывались эвгеосинклинальные системы. Таким образом, процесс спрединга предопределил оформление Урало-Монгольского рифейско-палеозойского геосинклинального пояса и формирование на его месте складчатого пояса.

Рифейско-палеозойская эпоха на Европейско-Азиатском материке была, следовательно, периодом господства платформенного, геосинклинального и орогенного процессов. Процесс спрединга проявился только в начальный период рифейской эры. В последующие этапы он носил частный характер и не оказывал существенного влияния на формирование новообразованной континентальной коры Земли.

Таким образом, к началу мезозоя на Европейско-Азиатском континенте завершился направленный необратимый процесс развития литосферы Земли от первоначального относительно стабильного состояния дорифейской континентальной коры до относительно стабильного состояния новообразованной (мезозойской) континентальной коры.

Если о раздвиге литосферных плит на рубеже 1,6—1,4 млрд. лет мы можем судить только по косвенным признакам, то раздвиг литосферных плит мезозойско-кайнозойского этапа развития Земли подтверждается многими фактами, причем ряд исследователей указывает на завершение этого процесса.

Прямым доказательством спрединга литосферных плит в мезозое и кайнозое является наличие новообразованной океанической коры, структурным выражением которой служат срединно-океанические хребты, глубоководные желоба.

Поперечные размеры хребтов, желобов свидетельствуют об истинных размерах раздвиге литосферных плит. Анализ материала показывает, что амплитуда раздвиге действительно гораздо меньше пространства, занимаемого современными океанами. Например, поперечные размеры Атлантического океана с прибрежными морями в среднем составляют 3,5 тыс.— 5 тыс. км, а размеры срединно-океанического хребта не превышают 1,6 тыс.— 1,8 тыс. км. Еще меньше размеры срединно-океанического хребта в Северном Ледовитом океане. Амплитуда раздвиге плит здесь не превышает 600—800 км, а поперечные размеры Северного Ледовитого океана — более 2,5 тыс. км.

Во всех современных океанических впадинах и прибрежных морях, за исключением срединно-океанических хребтов и глубоководных желобов (рифтов), земная кора, как уже отмечалось, должна быть континентального типа, но вместе с тем иметь свойства океанической коры, появившиеся под воздействием погружения, многокилометровых осадков и т. д. Примером такого физического состояния земной коры являются Прикаспийская впадина, Енисей-Хатангский прогиб, Черное, Каспийское, Охотское и другие моря. В этих регионах кора, несомненно, континентального типа, но по своим физическим параметрам (скоростям упругих волн) она близка к океанической коре.

В свете рассмотренных выше положений достаточно четко вырисовывается природа Колтогорско-Уренгойского рифта, рассекающего по центру Западно-Сибирскую плиту на расстоянии 1,8 тыс. км. Он характеризуется интенсивно-положительными линейными, гравитационными и магнитными аномалиями. В рельефе поверхности фундамента это глубокий грабен, поперечные размеры которого и амплитуда увеличиваются от нескольких километров на юге в районе г. Омска до 80 км в поперечнике и амплитудой до 4 км на севере Западно-Сибирской плиты. В Карском море поперечные размеры грабена в современном рельефе дна моря достигают почти 200 км (желоб св. Анны). Буровыми работами в пределах рифта вскрыты вулканогенные породы типа базальтов.

По геофизическим данным и судя по керну глубоких скважин в Колтогорско-Уренгойском рифте, земная кора, несомненно, океанического типа. Она образовалась в результате раздвига литосферной плиты в конце перми — начале триаса. Период проявления раздвига устанавливается абсолютно точно, так как рифт почти под прямым углом рассекает структурно-формационные зоны герцинского возраста. Это доказано геофизическими и буровыми работами⁵.

Увеличение поперечных размеров и амплитуды Колтогорско-Уренгойского рифта в северном направлении, общее погружение Западно-Сибирской плиты и резкое увеличение мощности мезозойско-кайнозойских образований к северу указывают, что процесс раздвига происходил в основном на севере, в пределах современного Северного Ледовитого океана. Этим процессом, по в более позднее время было вызвано движение плит Северной Америки от Европееко-Азиатских. Для проявления в полном объеме процесса спрединга внутри Европейско-Азиатского материка не было соответствующих условий, и в южном направлении он постепенно угас. Тем не менее образованием Западно-Сибирской плиты, этой огромной мезозойско-кайнозойской впадины, мы обязаны раздвигу литосферных плит, проявившемуся в начале мезозоя.

Рассматриваемый огромный регион совершенно справедливо квалифицируют как недоразвитый океан, но только не за счет базификации, или волновых движений в ман-

⁵ Геология нефти и газа Западной Сибири. М., 1975.

тип, а за счет раздвига литосферных плит, яркое проявление которого отмечается в Северном Ледовитом океане ⁶.

В кратком анализе некоторых геологических процессов я попытался показать, что невозможно объяснить особенности строения и развития литосферы Земли, опираясь только на положения новой глобальной тектоники или положения о ведущей роли вертикальных движений в формировании земной оболочки.

Это, как правильно замечает акад. Б. М. Кедров, связано с особенностями геологических процессов и форм движения неорганической материи. В работе «Предмет и взаимосвязь естественных наук» он пишет: «...Специфика геологического движения, как высшая форма существования материи, его качественное отличие от более низких форм движения материи (физического, химического, механического) не столь резко бросается в глаза по сравнению с биологической формой движения». И далее: «Когда же качественная специфика более высокой формы движения не выявляется достаточно ясно, а генетическая ее связь с более низкими формами движения выступает со всей очевидностью, как это имеет место в случае геологического движения, уклон в сторону механицизма становится более возможным, нежели в сторону метафизического абсолютизирования качественной определенности данной формы движения. Это и обнаруживается в области геологии... Так как геологические движения в качестве главной формы движения включают в себя в качестве побочных механическое, физическое, химическое движения, действующие в их внутреннем единстве между собой, то при одностороннем подходе, при склонности к механической концепции легко можно прийти к выводу, будто сущность геологических процессов сводится либо ко всем трем названным формам движения, действующим одновременно, либо к одной из них, которая выступает в таком случае в качестве главного определяющего (а иногда и единственного) фактора, якобы целиком обусловившего собой важнейшие процессы, происходящие в земной коре (литосфере) и других сферах Земли»⁷.

⁶ Белоусов В. В. Земная кора и верхняя мантия материков. М., 1966.

⁷ Кедров Б. М. Указ. соч.

По-видимому, спор, который с переменным успехом ведется на протяжении многих десятилетий между фиксистскими и мобилистскими направлениями, отражает одно-сторонний подход к определению главного фактора, который обуславливает важнейшие процессы, происходящие в земной коре (литосфере).

Рассматривая с диалектико-материалистических позиций геологическую форму движения как синтез форм движения неорганической природы, действующих в их взаимной связи друг с другом и в их взаимных переходах друг в друга, мы должны признать реальность существования платформенного, геосинклинального, орогенного этапов и этапа спрединга (раздвига) литосферных плит. Эти сложные геологические формы движения, действительно, возникают последовательно на определенной стадии развития земной оболочки (литосферы), отражая направленный необратимый процесс развития неживой природы.

Подробное рассмотрение вопроса об особенностях развития земной оболочки и последовательности проявления во времени различных геологических процессов, как отражения сложной геологической формы движения материи, вызвано в первую очередь актуальностью проблемы. Разрешение ее с диалектико-материалистических позиций даст возможность объяснить многие прикладные проблемы в области геологических наук. Эта проблема выступает как форма выражения необходимости скорейшего развития строгой научной теории о развитии земной оболочки. Отсутствие такой теории отражает острую ситуацию, возникшую в геологической науке на современном этапе.

Таким образом, для геологии, как основной отрасли естествознания, главным является разработка теории о развитии и строении верхней оболочки Земли (литосферы). От этого во многом зависит направление развития других научных дисциплин (петрографии, минералогии) и смежных наук (геохимии и геофизики), в частности решение вопросов о закономерностях размещения полезных ископаемых. На разработку этой главной проблемы и должны быть направлены основные, ведущие научные силы геологических институтов Академии наук СССР и прикладных институтов. Очень важно скоординировать работу в указанном направлении между институтами. К сожалению, такой координации еще не существует.

Прежде чем переходить к рассмотрению вопроса о внедрении достижений геологической науки в производство, заметим, что как таковой «проблемы» внедрения в научном понимании этого слова, отражающего противоречие между знанием и незнанием, не существует. В практической деятельности мы хорошо понимаем, что нужно и чего не нужно внедрять, и знаем наиболее эффективные пути освоения достижений науки и техники. Этому способствуют социалистическая система и плановое ведение хозяйства. Поэтому понятие «проблема внедрения» употребляется, чтобы подчеркнуть важность и необходимость внедрения в практику тех или иных достижений фундаментальных и прикладных наук.

В дискуссии 1974—1975 гг., проведенной журналом «Экономика и организация промышленного производства» СО АН СССР нашло отражение положение о том, что в эпоху развитого социализма понятие «внедрение» достижений науки и техники приобретает другой оттенок.

На современном этапе важнейшее значение имеет плановое использование достижений науки и техники, составление долгосрочных и краткосрочных комплексных программ. В связи с этим, как отмечено в решениях XXV съезда КПСС, особое значение приобретает развитие фундаментальных исследований⁸.

В области геологических наук к фундаментальным исследованиям мы отнесим разработку общей теории развития и строения верхней оболочки Земли (литосферы), и на этой основе установление закономерностей размещения полезных ископаемых в земной коре. Это — проблемы комплексные, долгосрочные. Решить их могут только большие коллективы (с участием специалистов из смежных отраслей естествознания).

В качестве такого рода примера укажем на решение Академии наук СССР и Министерства геологии СССР о составлении 10-томной монографии «Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых» под общей редакцией акад. А. В. Сидоренко.

Исходя из установок XXV съезда КПСС, важнейшей задачей Академии наук является разработка фундаментальных и прикладных исследований. Фундаментальные исследования должны осуществляться главным образом

⁸ Материалы XXV съезда КПСС. М., 1976, с. 213—215.

академическими институтами, а прикладные — отраслевыми.

Цели и задачи таких исследований четко были сформулированы акад. П. Н. Федосеевым в статье «Крепить связь науки и практики». Он пишет: «В развитом социалистическом обществе возрастает роль программно-целевого планирования, разработки и осуществления комплексных программ...

Когда формируется и осуществляется такая программа, дело не может ограничиться лишь теми научными учреждениями, которые занимаются фундаментальной наукой. Чтобы результаты их деятельности, научные открытия, идеи, методы, новые технологические процессы получили практическое применение, требуется участие подразделений, занимающихся прикладными и конструкторско-экспериментальными работами. Следовательно, Академия наук должна осуществлять исследовательские программы в тесном контакте с работниками отраслевых НИИ, конструкторских бюро, заводских лабораторий»⁹.

При планировании фундаментальных и прикладных исследований в академических и отраслевых институтах, по-видимому, нужно учитывать следующие обстоятельства:

1. Разделение научного труда, сложившееся в академических и отраслевых институтах.

Отметим, что в отраслевых научно-исследовательских институтах за последние десятилетия выросли кадры и сложились сильные коллективы, способные также решать задачи фундаментального значения. Чтобы не создавать ненужного параллелизма в научных исследованиях, при составлении комплексных краткосрочных научных программ важна их координация, а функции ведущей организации по данной проблеме должны быть переданы той, где действительно имеется подготовленный научный коллектив. Например, в СНИИГГиМСе в настоящее время сформировались высококвалифицированные кадры по исследованию проблем литологии, органической геохимии, изучению осадочных полезных ископаемых, интерпретации геологических и геофизических материалов с целью изучения земной коры на всю ее мощность и т. д.

⁹ Федосеев П. Н. Крепить связь науки и практики. — «Коммунист», 1976, № 9.

2. Разработка идеи, создание теории или технологического процесса в академических институтах должны вестись до определенного уровня или решаться в общем теоретическом плане. Дальнейшее их развитие с учетом практического воплощения в жизнь (если идея, теория, технологический процесс заслуживают внимания) должно происходить с участием отраслевых научно-исследовательских институтов.

Соблюдение этого принципа позволит обеспечить наиболее быстрое внедрение в практику достижений фундаментальных исследований.

Если этот принцип не соблюдается и академические институты выходят со своими предложениями непосредственно на производство, то это замедляет внедрение фундаментальных исследований в практику. Дело в том, что внедрение в практику высказанной идеи или изменение технологического процесса, как правило, требуют создания дополнительных коллективов, а на это нужны время и материальные средства, чего как раз и не хватает академическим институтам. Поэтому высококвалифицированным научным коллективам приходится много затрачивать времени на доводку, доработку уже указанной идеи.

Таким образом, рассмотрение проблемы внедрения в производство достижений фундаментальных и прикладных исследований приводит к следующим выводам:

1. Фундаментальные и прикладные исследования должны выполняться по общей комплексной программе, разработанной академическими, отраслевыми институтами и геологическими управлениями или конструкторскими бюро заводов. Роль головной научной организации определяется из реального соотношения научных сил.

2. Фундаментальные и прикладные исследования в академических институтах должны осуществляться небольшими научными коллективами высококвалифицированных специалистов, в основном теоретического профиля.

Исследования должны завершаться созданием идеи, решением задачи в общем виде с тем, чтобы получить дальнейшее воплощение и развитие в отраслевом научно-исследовательском институте, а через него — выход в практику. Очень важно в этом случае выбрать такие направления, которые могли бы быть быстро подхвачены прикладными научно-исследовательскими институтами.

Проблемы, которые нужно решать сибирской геологической науке, достаточно четко сформулированы в постановлении ЦК КПСС по Сибирскому отделению АН СССР, а также в программе „Сибирь“, составленной в соответствии с данным постановлением.

3. Фундаментальные и прикладные исследования получают наиболее полное развитие лишь тогда, когда геологические институты, особенно академического профиля, систематически будут пополняться новыми кадрами ученых, способных решать крупные научные проблемы. Важно, по-видимому, систематически осуществлять обмен кадрами между академическими и отраслевыми институтами. Положение с кадрами, которое складывается на практике, не всегда способствует развитию науки.

В отличие от геологических институтов Академии наук СССР, научно-исследовательские институты Министерства геологии СССР и РСФСР, союзных республик должны доводить разработки исследований до внедрения их в производство.

Отраслевые институты по числу сотрудников и направлений должны значительно превышать академические, так как разработка и внедрение в практику той или иной идеи требуют создания специальных подразделений. Главной формой такой работы отраслевых институтов являются, кроме участия в вышерассмотренных комплексных программах, заключение специальных договоров о сотрудничестве с территориальными управлениями, трестами, экспедициями. Одной из форм внедрения научно-исследовательских разработок является заключение финансовых договоров с производственными организациями. В этом случае отраслевые научно-исследовательские институты разрабатывают конкретную технологию или метод для управлений, трестов или выполняют работы по уже разработанному методу совместно с геологическим управлением.

Итак, внедрение достижений геологической науки в практику — это сложная, многогранная проблема, которая затрагивает фундаментальные и прикладные исследования. На решение ее необходимо направить научные силы академических и отраслевых институтов.

**БИБЛИОГРАФИЯ
ПО ФИЛОСОФСКИМ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИМ
ПРОБЛЕМАМ ГЕОЛОГИИ
(1954—1977 гг.)***

- Маркс К. Тезисы о Фейербахе.— Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 3, с. 1—4.
- Маркс К. Экономическая рукопись 1861—1863 гг.— Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 47, с. 3—657.
- Энгельс Ф. Анти-Дюринг.— Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 20, с. 5—338.
- Энгельс Ф. Диалектика природы.— Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 20, с. 343—626.
- Энгельс Ф. Людвиг Фейербах и конец немецкой классической философии.— Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 21, с. 269—317.
- Ленин В. И. Что такое «друзья народа» и как они воюют против социал-демократов?— Полн. собр. соч. Изд. 5-е, т. 1, с. 125—346.
- Ленин В. И. Материализм и эмпириокритицизм.— Полн. собр. соч. Изд. 5-е, т. 18, с. 7—384.
- Ленин В. И. Философские тетради.— Полн. собр. соч. Изд. 5-е, т. 29, с. 1—782.
- Ленин В. И. О государстве.— Полн. собр. соч. Изд. 5-е, т. 39, с. 64—84.
- Ленин В. И. Еще раз о профсоюзах, о текущем моменте и об ошибках Троцкого и Бухарина.— Полн. собр. соч. Изд. 5-е, т. 42, с. 264—304.
- Ленин В. И. Об едином хозяйственном плане.— Полн. собр. соч. Изд. 5-е, т. 42, с. 339—347.
- Ленин В. И. Лучше меньше, да лучше.— Полн. собр. соч. Изд. 5-е, т. 45, с. 389—406.
- Ленин В. И. О значении воинствующего материализма.— Полн. собр. соч. Изд. 5-е, т. 45, с. 23—33.
- Ленин В. И. Об изобретательстве и внедрении научно-технических достижений в производство. Сборник. М., Политиздат, 1973. 240 с.

* Составлена в библиотеке Института геологии и геофизики СО АН СССР Д. Х. Гик и З. Ф. Нестеровой.

- Брежнев Л. И. Гордость отечественной науки.— В кн.: Ленинским курсом, т. 5. М., Политиздат, с. 361—369.
- Брежнев Л. И. Великий Октябрь и прогресс человечества.— «Правда», 1977, 3 ноября.
- Материалы XXV съезда КПСС. М., Политиздат, 1976. 256 с.

* * *

- Абрукина Р. Е. Отражение и информация в неорганической материи земной коры.— «Учен. зап. Казанск. ун-та. Сер. Физ.-математ. науки», 1966, вып. 19, с. 128—136.
- Абрукина Р. Е. Развитие земной коры в свете ленинской теории отражения.— В кн.: Природа и хозяйство Севера. Вып. 3. Апатиты, 1971, с. 45—50.
- Агатурян И. А., Веденов М. Ф., Сачков Ю. В. Противоречия в развитии естествознания.— «Вопр. философии», 1966, № 11, с. 55—65.
- Алампиев П. М. Из истории марксистско-ленинской экономико-географической мысли.— «Изв. АН СССР. Сер. геогр.», 1968, № 5, с. 109—118.
- Алексеев В. А. Некоторые проблемы теории антропогенеза.— «Вопр. философии», 1959, № 11, с. 104—116.
- Алексеев М. И. Логика научного исследования.— «Вопр. философии», 1962, № 11, с. 76—85.
- Алимов А. И. Горная порода и ее структура.— «Системный метод и современная наука», 1971, вып. 1, с. 102—109.
- Альброт М. И. О марксистско-ленинских теоретических основах системы географических наук.— В кн.: Теоретическая география. Рига, Изд-во Латвийск. ун-та, 1973, с. 37—38.
- Амбарцумян В. А., Казютинский В. В. Проблемы методологии естественнонаучного поиска.— «Вопр. философии», 1971, № 2, с. 43—54.
- Андрейчук Г. Л. Некоторые методологические вопросы геологии.— В кн.: Современный детерминизм и социальное предвидение. Новосибирск, «Наука», 1974, с. 9—13.
- Ансберг Н. А. О соотношении внутренних и внешних источников энергии геологических процессов.— «Вестник ЛГУ», 1964, № 6, с. 7—11.
- Анучин В. А. Проблема синтеза в географической науке.— «Вопр. философии», 1964, № 2, с. 35—45.
- Анучин В. А. Соотношение общества и природы в геологической среде и философские проблемы географии.— «Вопр. философии», 1975, № 4, с. 80—91.
- Апродов В. А. Классификация наук о Земле в связи с геологическими формами движения материи.— В кн.: Жизнь Земли. Сб. 1. М., Изд-во Моск. ун-та, 1961, с. 24—37.
- Апродов В. А. Некоторые проблемы методологии геологических и смежных с ними наук в музее землеведения МГУ.— В кн.: Жизнь Земли. Сб. 4. М., Изд-во Моск. ун-та, 1967, с. 5—12.
- Апродов В. А. Основные черты философского материализма в геологических работах М. В. Ломоносова. (К двухсотлетию со дня рождения М. В. Ломоносова).— «Сов. геология», 1961, № 12, с. 3—13.

- Андродов В. А. Тектогенез как проявление геологической формы движения материи. — В кн.: Философские вопросы геологических наук. М., Изд-во Моск. ун-та, 1967, с. 94—107.
- Арманд А. Д., Таргульян В. О. Принцип дополнительности и характерное время в географии. — В кн.: Системные исследования. Ежегодник, 1974, М., «Наука», 1974, с. 146—153.
- Арсеньев А. С., Библер В. С., Кедров Б. М. Анализ развивающегося понятия. М., «Наука», 1967. 440 с.
- Арсеньев А. С. О субъективизме в современной космогонии. — «Природа», 1954, № 6, с. 47—56.
- Арсеньев А. С. Теоретическое значение космогонических идей Канта и Лангаса. Автореф. канд. дис. М. 14 с. (АН СССР. Ин-т философии).
- Баженов Б. П. История геологических наук и высшего геологического образования как одно из средств воспитания диалектико-материалистического мировоззрения. — Учен. зап. Моск. пед. ин-та, 1968, т. 180, с. 37—44.
- Баженов Л. Б. О гипотезе в естествознании. — «Вопр. философии», 1962, № 9, с. 154—164.
- Баладин Р. К. Время — Земля — мозг. Минск, «Высшаяшая школа», 1973. 238 с.
- Балуховский Н. Ф. Геологические циклы. — «Природа», 1963, № 2, с. 54—59.
- Балуховский М. П. Значение закона геологической цикличности в естествознании. — «Геол. журн.», 1963, № 2, с. 3—8.
- Балуховский М. П. Проблема цикличности в геологии. — «Геол. журн.», 1965, № 4, с. 3—12.
- Баранов В. И. Возраст и эволюция земного вещества. Одинадцатое чтение им. В. И. Вернадского 12 марта 1969 г. М., «Наука», 1971. 18 с. (АН СССР. Ин-т геохимии и аналит. хим.).
- Баранов В. И. Возрастные этапы эволюции земного вещества. — В кн.: Пути познания Земли. М., «Наука», 1971, с. 25—37.
- Баранов В. И. Радиоактивность и геология. — В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 218—228.
- Батюшкова И. В. Некоторые закономерности развития представлений о строении Земли. — В кн.: История геологии. Ереван, Изд-во АН АрмССР, 1970, с. 73—81.
- Батюшкова И. В. Основные этапы развития представлений о внутреннем строении Земли. — В кн.: Пути познания Земли. М., «Наука», 1971, с. 306—323.
- Бекташи С. А., Дадашев Х. Г. Взаимосвязь гипотезы, эксперимента и теории в геологии. — «Учен. зап. Азерб. ун-та. Сер. ист. и филос. наук», 1976, № 5, с. 61—68.
- Белоусов В. В. О путях развития геологической науки. — «Сов. геология», 1963, № 1, с. 11—28.
- Белоусов В. В. О современном состоянии теоретической геологии. — «Природа», 1953, № 2, с. 15—22.
- Белоусов В. В. Пути развития наук о Земле. — В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М., «Наука», 1964, с. 11—25.
- Белоусов В. В. Роль времени в геологических процессах. — «Природа», 1942, № 1—2, с. 19—32.
- Беляев Е. А., Оноприенко В. И. Идея пространственно-временного геологического континуума и ее методологическое значение. —

- «Докл. АН УССР. Сер. Б. Геол., хим. и биол. науки», 1977, № 10, с. 874—877.
- Беляев Е. А., Оноприенко В. И.** Идея цикличности в системе геологического знания.— В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, «Наукова думка», 1975, с. 119—126.
- Беляев Е. А.** Некоторые особенности применения метода аналогий в геологии.— В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, «Наукова думка», 1975, с. 54—67.
- Беляев Е. А., Оноприенко В. И.** Цикличность как закономерность проявления пространственно-временных отношений в геологии.— В кн.: Геоцикличность. Новосибирск, 1976, с. 67—76, (Ин-т геологии и геофизики).
- Бенеш К.** Черты единства и различий геологического развития системы Земля — Луна.— «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1962, № 11, с. 50—57.
- Бергер М. Г.** Некоторые вопросы учения о геологических формациях.— «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1970, № 2, с. 156—160.
- Боганик Н. С.** К проблеме познания закономерностей развития Земли.— В кн.: Пути познания Земли. М., «Наука», 1971, с. 246—255.
- Боганик Н. С.** О сущности взаимосвязи наук, изучающих Землю.— В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М., «Наука», 1963, с. 159—165.
- Богомолов А., Мельвиль Ю., Нарский И.** Естественные науки и философское мировоззрение. Некоторые уроки ленинской критики идеализма.— «Коммунист», 1967, № 8, с. 34—43.
- Боровиков А. М.** Математизация геологии — ее методики или методологии? — В кн.: Пути познания Земли. М., «Наука», 1971, с. 118—131.
- Боровиков А. М., Оноприенко В. И.** Пути использования аксиоматического метода в геологических науках.— «Докл. АН УССР. Сер. Б. Геол., хим. и биол. науки», 1977, № 9, с. 771—774.
- Боровиков Л. И.** О точности, истинности и достоверности в геологии.— «Труды Всес. науч.-иссл. геол. ин-та», 1971, т. 177, с. 300—315.
- Боровиков П. П., Потемкин Л. А.** Лешинский план развития и комплексного использования минеральных ресурсов.— «Труды Всес. науч.-иссл. геол. ин-та», 1971, т. 177, с. 9—16.
- Боровиков П. П., Егоров С. В., Потемкин Л. А.** Роль В. И. Ленина в организации геологической службы.— «Труды Всес. науч.-иссл. геол. ин-та», 1971, т. 177, с. 17—28.
- Брод И. О.** Об унаследованности и новообразовании в геологии.— В кн.: Философские вопросы естествознания. Т. 3. Геолого-географические науки. М., Изд-во Моск. ун-та, 1960, с. 118—195.
- Брусилковский С. А.** О некоторых вопросах гносеологии в приложении к геологической проблеме.— В кн.: Философские вопросы геологических наук. М., Изд-во Моск. ун-та, 1967, с. 108—129.
- Букаловский В. М.** К вопросу о предмете и классификации современной геологии.— В кн.: Философские вопросы естествознания, т. 3. М., Изд-во Моск. ун-та, 1960, с. 55—82.

- Букановский В. М.** О предмете геологии и ее месте в системе неорганического естествознания в свете воззрений Ф. Энгельса.— «Учен. зап. Пермск. ун-та», 1955, т. 9, № 1, с. 3—26.
- Букановский В. М.** Принципы и основные черты классификации современного естествознания. Пермь, Кн. изд-во, 1960. 218 с.
- Быстров А. П.** Прошлое, настоящее, будущее человека. Л., Медгиз, 1958. 314 с.
- Валяшко М. Г.** Геохимия и геология.— В кн.: *Философские вопросы геологических наук*. М., Изд-во Моск. ун-та, 1967, с. 81—92.
- Василевский М. М.** О некоторых геологических аспектах принципа относительности.— В кн.: *Материалы к совещанию «Общие закономерности геологических явлений»*, 1966, вып. 1. Л., ВСЕГЕИ, 1965, с. 53—54.
- Васильев В. И.** Детерминизм и некоторые принципы синхронизации геологических объектов.— В кн.: *Математизация и автоматизация в геологических исследованиях*. Л., ВСЕГЕИ, 1972, с. 14—16.
- Васильев В. С.** К проблеме мобилизма в геологии. Саратов, Изд-во Саратовск. ун-та, 1967. 72 с.
- Васильев Д. А.** Основы саморазвития материи Земли.— «Труды Томск. ун-та», 1960, т. 146, с. 198—209.
- Васильковский Н. П.** О направленности геологических процессов в истории Земли.— «Геология и геофизика», 1962, № 11, с. 41—51.
- Васильченко С. Ф.** Философские аспекты формализации геологических понятий.— «Геология и геофизика», 1968, № 3, с. 138—143.
- Вассович П. Б.** История представлений о геологических формациях (геогенерация).— «Труды Всес. науч.-иссл. геол. ин-та», 1966, т. 128, с. 5—35.
- Вернадский В. И.** Принцип симметрии в науке и в философии.— *Время. Из рукописного наследия В. И. Вернадского*.— «Вопр. философии», 1966, № 12, с. 101—112.
- Вернадский В. И.** Размышления натуралиста. Кн. 1. Пространство и время в неживой и живой природе. М., «Наука», 1975. 175 с.
- Вернадский В. И.** Размышления натуралиста. Кн. 2. Научная мысль как планетное явление. М., «Наука», 1977. 192 с.
- Вершинин А. С.** Взаимодействие форм движения в геологических процессах и его отражение в методике геологических исследований.— «Труды Свердлов. горно-геол. ин-та», 1970, вып. 77(2), с. 74—88.
- Вершинин А. С.** Рассеяние и концентрация в природных явлениях как диалектическое единство противоположностей.— В кн.: *Философские вопросы геологии*. Свердловск, 1967, с. 48—57. (Горн. ин-т).
- Взаимодействие вещества Земли и пространственно-временные закономерности геологических явлений.**— «Труды Всес. науч.-иссл. геол. ин-та», 1971, вып. 177, с. 199—221. Авт.: **Васильев В. И., Вильковский Я. А., Драгунов В. И. и др.**
- Взаимодействие наук при изучении Земли.** М., Изд-во АН СССР, 1963. 325 с.
- Вилчарик С. Д.** Естественнонаучный эксперимент и трудовая деятельность.— «Вестн. МГУ. Философия», 1971, № 5, с. 21—27.

- Виноградов А. П. Направления исследований в науках о Земле.— «Вестн. АН СССР», 1970, № 1, с. 40—51.
- Виноградов А. П. Науки о Земле и их будущее.— «Сов. геология», 1969, № 1, с. 6—10.
- Виноградов А. П. Результаты и прогнозы в геологии.— В кн.: Успехи геологии и развитие минерально-сырьевой базы СССР. М., «Наука», 1969, с. 7—18.
- Виньковский Я. А. Геология и общая теория эволюции природы. Л., «Недра», 1971. 94 с.
- Виньковский Я. А. Организационные и энтропические геологические процессы (о роли приповерхностной зоны земной коры в геоэволюции).— В кн.: VI совещание по проблемам планетологии. Тезисы докладов, вып. 2. Л., 1968, с. 39—43.
- Волков И. А. Метод актуализма и новейшие достижения в изучении позднего плейстоцена.— В кн.: Методологические проблемы научного познания. Новосибирск, «Наука», 1977, с. 179—190.
- Вопросы методологии в геологических науках. Сб. стат. Киев, «Наукова думка», 1977. 163 с.
- Ворошин Ю. А., Еганова П. А., Еганов Э. А. Анализ концепций уровней организации вещества в теоретической геологии.— В кн.: Вопросы методологии в геологических науках. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 139—151.
- Ворошин Ю. А., Еганов Э. А. Методологические вопросы построения автоматизированных систем управления в геологии.— В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, «Наукова думка», 1975, с. 91—99.
- Ворошин Ю. А., Еганов Э. А. Методологические вопросы применения математических методов в геологии. Новосибирск, «Наука», 1974. 86 с.
- Ворошин Ю. А., Еганов Э. А. О генетическом и агенетическом направлениях в геологии. Новосибирск, 1971. 24 с. № 3934—22. Деп. (Ин-т геологии и геофизики).
- Ворошин Ю. А. О формализации понятий геологии.— В кн.: Вопросы обработки геолого-геофизических данных на электронных цифровых машинах. Новосибирск, «Наука», 1967, с. 102 — 140.
- Ворошин Ю. А. Об управлении поисками полезных ископаемых.— В кн.: Вопросы методологии в геологических науках. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 56—57.
- Ворошин Ю. А., Еганов Э. А. Фации и формации. Парагенезис. (Уточнение и развитие основных понятий геологии). Новосибирск, «Наука», 1972, 120 с.
- Ворошинов В. С. О возможности применения принципа актуализма при сравнительном геологическом изучении планет.— В кн.: Тезисы докладов IV совещания по проблемам астрогеологии, Л., 1962, с. 45—49. (Геогр. о-во СССР, Астрон.-геод. о-во и др.).
- Высоцкий Б. П. Возникновение актуализма как научного метода геологии (Карл фон Гофф).— В кн.: Очерки по истории геологических знаний, вып. 8. М., Изд-во АН СССР, 1959, с. 64—103.
- Высоцкий Б. П. Возникновение униформизма и соотношение его с актуализмом.— В кн.: Очерки по истории геологических знаний, вып. 9. М., Изд-во АН СССР, 1961, с. 84—125.

- Высоцкий Б. П.** Геологические идеи Палласа и их отношение к «теории катастроф» Ж. Кювье.— «Вопр. истории естествознания и техники», 1976, № 52, с. 59—63.
- Всесоюзный симпозиум по теоретическим вопросам географии.** 3-й. Киев, «Наукова думка», 1977. 154 с.
- Высоцкий Б. П.** Иоганнес Вальтер и его роль в развитии геологии. М., «Наука», 1965. 175 с.
- Высоцкий Б. П.** Катастрофизм в истории геологии.— В кн.: Вопросы методологии в геологических науках. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 107—121.
- Высоцкий Б. П.** Классификация форм движения материи и наук. Система методов геологии.— В кн.: Пути познания Земли. М., «Наука», 1971, с. 284—306.
- Высоцкий Б. П.** О взаимодействии наук при изучении Земли.— «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1965, № 4, с. 130—133.
- Высоцкий Б. П., Французова Н. П.** Об актуализме и его философском анализе.— «Литология и полезные ископаемые», 1970, № 5, с. 160—163.
- Высоцкий Б. П.** Об основных проблемах геологии социосферы.— В кн.: Природа и общество. М., «Наука», 1968, с. 141—152.
- Высоцкий Б. П.** Периодизация истории геологии. (Опыт структурно-системного исследования).— В кн.: Труды XIII Международного конгресса по истории, 1971. Секция 8. М., «Наука», 1974, с. 106—111.
- Высоцкий Б. П.** Периодизация истории геологии на основе внутренних факторов ее развития.— «Изв. ВУЗов. Геология и разведка», 1968, № 4, с. 134—140.
- Высоцкий Б. П.** Проблема актуализма и униформизма и система методов в геологии.— «Вопр. философии», 1961, № 3, с. 134—145.
- Высоцкий Б. П.** Проблемы истории и методологии геологических наук. М., «Недра», 1977. 280 с.
- Вилкерев Ф. Ф.** Структура диалектического противоречия.— «Вопр. философии», 1964, № 9, с. 25—31.
- Галсева А. М.** Проблема оптимизации современного воздействия общества на природу.— В кн.: Актуальные проблемы исторического материализма. М., Изд-во Моск. ун-та, 1971, с. 114—139.
- Гарригс М. А.** Основные временные закономерности в истории Земли.— В кн.: Геологическое строение и перспективы нефтеносности Западной Башкирии. Уфа, Кн. изд-во, 1974, с. 171—178.
- Герасимов Н. П.** Научно-техническая революция и тенденции развития географической науки.— «Вопр. философии», 1977, № 5, с. 121—132.
- Герасимов Ю. Г.** Классификация как основной метод научных исследований в геологии.— В кн.: Диалектика развития и теории познания в геологии. Киев, «Наукова думка», 1970, с. 65—74.
- Герасимов Ю. Г.** Структурные уровни вещества Земли и их отражение в классификации геологических наук.— В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, «Наукова думка», 1975, с. 30—44.

- Глинский Б. А. Моделирование, системный подход и проблема научного описания.— В кн.: Философские проблемы естествознания. (Материалы конференции 20 окт. 1971 г.). М., Изд-во Моск. ун-та, 1971, с. 128—144.
- Геология и мировоззрение. Конференция о путях и методах познания закономерностей развития Земли. (Москва. Май 1963 г.).— «Природа», 1963, № 7, с. 113—114.
- Голиков Ф. Ф. К вопросу о формировании естественнонаучной теории.— «Учен. зап. Томск. ун-та», 1970, № 85, с. 116—122.
- Гольдин С. В. Применение математических моделей при обработке геофизических данных.— В кн.: Методологические проблемы научного познания. Новосибирск, «Наука», 1977, с. 142—161.
- Горак С. В. Идея Ф. Энгельса и их значение для развития методологических основ геологии.— В кн.: Методологические вопросы геологических наук. Киев, «Наукова думка», 1974, с. 35—45.
- Горак С. В. Марксистско-ленинская диалектика и некоторые особенности геологических процессов.— «Геол. журн.», 1970, № 2, с. 9—23.
- Горак С. В. Об определении термина «развитие» в общем характере геологических процессов.— В кн.: Диалектика развития и теория познания в геологии. Киев, «Наукова думка», 1970, с. 40—58.
- Горак С. В. Проблема биостратиграфических границ крупных подразделений в свете положений формальной и диалектической логики.— В кн.: Методологические вопросы геологических наук. Киев, «Наукова думка», 1974, с. 106—116.
- Гордеев Д. И., Куражковская Е. А. Закономерности познания и вопросы истории геологии. М., «Знание», 1973. 61 с.
- Гордеев Д. И. Значение философских трудов В. И. Ленина для геологов. (К 90-летию со дня рождения В. И. Ленина).— «Вестн. МГУ», 1960, № 4, с. 3—7.
- Гордеев Д. И. История геологических наук. Ч. 2. От конца XIX до середины XX в. М., Изд-во Моск. ун-та, 1972. 323 с.
- Гордеев Д. И., Куражковская Е. А. Кризис теоретической мысли в геологии на рубеже XIX и XX вв.— «Вестн. МГУ. Философия», 1967, № 1, с. 41—49.
- Гордеев Д. И. В. И. Ленин и геология.— «Бюлл. МОИП. Отд. геол.», 1960, № 2, с. 3—11.
- Гордеев Д. И. Приоритет М. В. Ломоносова в установлении актуализма в геологии.— «Вестн. МГУ», 1958, № 8, с. 117—129.
- Гордеев Д. И. Проблема закономерности в гидрогеологии.— В кн.: Философские вопросы естествознания. Т. 3. Геолого-географические науки. М., Изд-во Моск. ун-та, 1960, с. 173—185.
- Гордеев Д. И. Проблемы истории геологических наук и задачи идеологической борьбы на современном этапе.— В кн.: Философские вопросы геологических наук. М., Изд-во Моск. ун-та, 1967, с. 5—10.
- Гордеев Д. И. Революции и кризисные ситуации в истории геологических наук.— В кн.: История науки и науковедения. Рига, Изд-во Латвийск. ун-та, 1975, с. 139—140.
- Гордеев Д. И. Революции и кризисные ситуации в истории геологии.— В кн.: История и методология естественных наук, вып. 13. М., Изд-во Моск. ун-та, 1974, с. 50—61.

- Гордеев Д. И.** Стихийная материалистическая диалектика в геологических сочинениях М. В. Ломоносова. — «Вести. МГУ. Геология», 1961, № 5, с. 7—26.
- Горелов А. А., Козряну И. Г.** Взаимодействие естественных наук при исследовании геологических процессов и необходимость математизации геологии. — «Изв. АН МолдССР. Сер. обществ. наук», 1973, № 2, с. 26—33.
- Горишков Г. П.** Некоторые теоретические вопросы геотектоники в свете диалектического закона о переходе из одного качественного состояния в другое посредством скачка. — В кн.: Философские вопросы естествознания. Т. 3. Геолого-географические науки. М., Изд-во Моск. ун-та, 1960, с. 126—145.
- Горишков Г. П.** О геологической форме движения материи. — В кн.: Философские вопросы геологических наук. М., Изд-во Моск. ун-та, 1967, с. 27—40.
- Григорьев А. А.** Теоретические основы современной географии. — «Вопр. философии», 1963, № 3, с. 96—105.
- Гроздилов А. Л.** О некоторых закономерностях в развитии Земли на основе формационного анализа. — В кн.: Геология и полезные ископаемые севера Сибирской платформы. — Л., НИИГА, 1971, с. 73—85.
- Груза В. В.** Методологические проблемы геологии. Л., «Недра», 1977. 181 с.
- Груза В. В., Романовский С. И.** Принцип актуализма и логика познания геологического прошлого. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1974, № 2, с. 125—135.
- Гуревич Б. С., Иоселева М. Я.** Закономерности геологического развития в свете квантового закона солнечной активности. — В кн.: Материалы к совещанию «Общие закономерности геологических явлений», 1966, вып. 1. Л., ВСЕГЕИ, 1965, с. 171—175.
- Данков Е. Б.** Ленинская теория отражения и науки о Земле. Автореф. канд. дис. М., 1977. 24 с. (Моск. ун-т им. М. В. Ломоносова. Философ. фак.).
- Данков Е.** Отражение на уровне геологической формы движения материи. — В кн.: Философско-социологические проблемы науки, вып. 1. М., Изд-во Моск. ун-та, 1977, с. 40—49.
- Диалектика развития и теория познания в геологии.** Киев, «Наукова думка», 1970. 124 с.
- Диалектические противоречия в природе.** М., «Наука», 1967. 164 с. (АН СССР. Уральск. фил.).
- Дмитриев А. Н.** Информационные аспекты геологического времени. — В кн.: Математизация и автоматизация в геологических исследованиях. Л., ВСЕГЕИ, 1972, с. 16—17.
- Дмитриев А. Н.** Необратимые процессы и возрастные критерии в геологии. — В кн.: Материалы к совещанию «Общие закономерности геологических явлений», 1966, вып. 1. Л., ВСЕГЕИ, 1965, с. 123—127.
- Дмитриев Г. А., Потапова М. С.** Учение о симметрии как общий метод познания закономерностей развития Земли. — В кн.: Пути познания Земли. М., «Наука», 1971, с. 153—171.
- Доброхвалов С. В.** Основные этапы развития принципа симметрии в естествознании. — В кн.: Философско-социологические проблемы науки, вып. 1. М., Изд-во Моск. ун-та, 1977, с. 21—30.

- Домарев В. С. Об эволюции процессов рудообразования в истории Земли.— В кн.: Проблемы кристаллохимии минералов и эндогенного минералообразования. Л., «Наука», 1967, с. 221—237.
- Домарев В. С. Рудные формации как историко-геологические образования.— «Геология рудных месторождений», 1968, № 4, с. 17—28.
- Достовалов Б. Н. О соотношении основных физических и геологических процессов в развитии земной коры.— В кн.: Материалы к совещанию «Общие закономерности геологических явлений», 1966, вып. 1. Л., ВСЕГЕИ, 1965, с. 91—95.
- Достовалов Б. Н. О соотношении основных физических и геологических процессов в развитии земной коры.— В кн.: Философские вопросы геологических наук. М., Изд-во Моск. ун-та, 1967, с. 76—80.
- Драгунов В. И., Круть И. В. Геология и ее положение в естествознании.— «Труды Всес. науч.-иссл. геол. ин-та», 1971, т. 177, с. 73—115.
- Драгунов В. И. Геология и изучение элементов, структуры и уровней организации вещества.— В кн.: Материалы к совещанию «Общие закономерности геологических явлений», 1966, вып. 1. Л., ВСЕГЕИ, 1965, с. 55—67.
- Драгунов В. И. Основные понятия учения о геологических формациях.— В кн.: Геологические формации. Материалы к совещанию. (21—24 мая 1968 г.). Л., ВСЕГЕИ, 1968, с. 21—27.
- Дудель С. П. Методология, методы и стиль современного научного познания.— В кн.: Диалектика — методология естественнонаучного и социального познания. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1975, с. 31—34.
- Дюфур М. С. О системном подходе к изучению геологических объектов.— «Вестн. ЛГУ», 1975, № 6. Геология, география, вып. 1, с. 25—28.
- Еганов Э. А., Ивановская А. И. К уточнению понятий о преобразованности горных пород.— В кн.: Вопросы методологии в геологических науках. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 84—93.
- Еганов Э. А. О выделении объектов исследования в геологии.— В кн.: Пути познания Земли. М., «Наука», 1971, с. 263—273.
- Емельянов А. П., Кузнецов Ю. П., Доминиковский Г. Г. Системный анализ в науках о Земле.— В кн.: Методологические проблемы геологической науки. Минск, «Наука и техника», 1976, с. 14—23.
- Енифанов Б. П. Материалистическая теория в геологии. (К вопросу об актуализме).— Сб. науч. трудов Ин-та цвет. мет., 1961, № 32, с. 91. Краткие сообщения по науч.-иссл. работам (1952—1957).
- Ермаков И. П. Об основной минеральной и геологических формах движения материи на Земле.— В кн.: Жизнь Земли. Вып. 1. М., Изд-во Моск. ун-та, 1961, с. 7—23.
- Желобов П. П. Гисеологические функции моделирования геологических процессов и объектов.— «Труды Свердл. горно-геол. ин-та», 1970, вып. 77(2), с. 40—49.
- Желобов П. П. Марксистско-ленинская теория познания и геологическая практика.— В кн.: Философские вопросы геологии. Свердловск, 1967, с. 79—95. (Горн. ин-т).

- Желобов П. П.** О возрастании роли научных абстракций в познании глубинных геологических процессов.— «Труды Свердл. горн. ин-та», 1974, вып. 115, с. 17—29.
- Жилинский Г. Б.** О значении эксперимента в геологии будущего.— «Вестн. АН КазССР», 1973, № 9, с. 3—6.
- Жуков Н. И.** Некоторые соображения о классификации категорий современной науки.— «Науч. докл. высш. школы. Филос. науки», 1977, № 3, с. 140—142.
- Журавлева И. Т.** О связи палеонтологии и геологии.— «Геология и геофизика», 1967, № 11, с. 81—87.
- Заборовский А. И.** Геофизика и геология.— В кн.: Философские вопросы геологических наук. М., Изд-во Моск. ун-та, 1967, с. 70—75.
- Зауолов В. Ф.** О месте актуализма в науке об осадочных породах.— «Изв. вузов. Геология и разведка», 1964, № 11, с. 8—17.
- Зельманов А. Л.** Динамика науки.— «Наука и религия», 1968, № 12, с. 31—35.
- Зубаков В. А.** Методологические аспекты геохронологии — этапность и ритмичность как две стороны геологического времени.— В кн.: Ритмичность природных явлений. Доклады на ежегодных чтениях памяти Л. С. Берга. Л., «Наука», 1973, с. 25—39.
- Зубков И. Ф.** Геологическая форма движения материи.— В кн.: Методологические вопросы геологических наук. Киев, «Наукова думка», 1974, с. 45—58.
- Зубков И. Ф.** Диалектика возникновения и развития геологической системы. Автореф. канд. дис. М., 1965. 18 с.
- Зубков И. Ф.** О значении познания современного состояния Земли для познания ее истории.— В кн.: Пути познания Земли. М., «Наука», 1971, с. 255—284.
- Зубков И. Ф.** Объект и предмет геологии.— В кн.: Философские вопросы геологических наук. М., Изд-во Моск. ун-та, 1967, с. 41—54.
- Зубков И. Ф.** Принципы систематизации геологических знаний.— В кн.: Вопросы методологии в геологических науках. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 3—11.
- Зубков И. Ф.** Проблема соотношения внутреннего и внешнего в развитии Земли.— В кн.: Проблемы развития в современном естествознании. М., Изд-во Моск. ун-та, 1968, с. 78—85.
- Зубков И. Ф.** Спорные теоретические вопросы наук о Земле.— «Вопр. философии», 1963, № 7, с. 124—130.
- Ивакин А. А.** Становление конкретного историзма в геологии. Автореф. канд. дис. Алма-Ата, 1971. 24 с. (АН КазССР. Ин-т философии и права).
- Ивакин А. А.** Становление конкретного историзма в геологии. Алма-Ата, «Наука», 1974. 135 с.
- Ивакин А. А.** Философский анализ проблемы актуализма в геологии.— «Изв. АН КазССР. Сер. обществ. наук», 1971, № 1, с. 46—53.
- Иваненко Д.** Стрoение вещества и попытки установления единой теории материи.— В кн.: Земля во Вселенной. М., «Мысль», 1964, с. 172—229.

- Иванкин П. Ф.** О системном подходе в геологических исследованиях.— «Сов. геология», 1973, № 8, с. 3—13.
- Иванов А. Н. Ф.** Энгельс о значении палеонтологии в истории научного мировоззрения.— «Палеонтол. журн.», 1971, № 1, с. 3—6.
- Иванов М. В.** О логике становления идеи развития в геологии.— В кн.: Проблемы развития в современном естествознании. М., Изд-во Моск. ун-та, 1968, с. 83—103.
- Иванов М. В.** Принципы историзма в геологии. Автореф. канд. дис. М., 1968. 14 с. (Моск. ун-т).
- Иванова Е. А.** К вопросу о связи этапов эволюции органического мира с этапами эволюции земной коры.— «Докл. АН СССР», 1955, т. 105, № 1, с. 154—157.
- Ивановский А. Б.** Палеонтология и систематика.— «Палеонтол. журн.», 1976, № 3, с. 14—21.
- Ивашевский Л. И.** О современной системе методов геологического исследования.— «Труды Иркутск. ун-та», 1967, т. 46. Вып. 5. Философия, с. 94—101.
- Ивашевский Л. И.** Основные этапы развития научного мышления в геологии.— «Труды Иркутск. ун-та», 1967, т. 46, Вып. 5. Философия, с. 81—93.
- Игнатов А. И.** Философские проблемы палеонтологии.— «Вопр. философии», 1961, № 7, с. 156—159.
- Иерархия геологических объектов и тектоника.**— «Докл. АН СССР», 1972, т. 207, № 2, с. 411—414. Авт.: Косыгин Ю. А., Вотах О. А., Соловьев В. А., Черкасов Р. Ф.
- Изучение пространственно-временных соотношений.**— «Труды Всес. науч.-иссл. геол. ин-та», 1971, вып. 177, с. 222—299. Авт.: Зубаков В. А., Рунквист Д. В., Соловьев В. В., Унков В. А., Чемяков Ю. Ф.
- Изучение уровней организации (в геологии).**— «Труды Всес. науч.-иссл. геол. ин-та», 1971, вып. 177, с. 116—198. Авт.: Е. А. Басков, В. И. Васильев, В. И. Драгунов и др.
- Ильичев Л. Ф.** Методологические проблемы естествознания и общественных наук.— В кн.: Методологические проблемы науки. Материалы заседания Президиума Академии наук СССР. М., «Наука», 1964, с. 5—490.
- Ильичев Л. Ф.** Философия и научный прогресс. Некоторые методологические проблемы естествознания и обществознания. М., «Наука», 1977. 318 с.
- Исаченко А. Г.** Детерминизм и индетерминизм в зарубежной географии. 1.— «Вестн. ЛГУ. Геология, география», 1971, вып. 4, с. 85—96.
- Исаченко А. Г.** Детерминизм и индетерминизм в зарубежной географии. 2.— «Вестн. ЛГУ. Геология, география», 1972, вып. 1, с. 82—95.
- Исламов О. И.** Ротационный принцип в применении к геологическим процессам.— «Науч. труды Ташкентск. ун-та», 1964, вып. 234, с. 207—211.
- Каденский А. А.** О месте геологии в системе наук о природе.— «Учен. зап. Ленингр. пед. ин-та», 1956, т. 117, с. 3—14.
- Каляев Г. И.** Гипотеза как метод познания в геологии (на примере проблемы происхождения гранитов).— В кн.: Диалектика развития и теория познания в геологии. Киев, «Наукова думка», 1970, с. 58—64.

- Категории диалектики и методология современной науки.** Воронеж, Изд-во Воронежск. ун-та, 1970. 211 с.
- Кашменская О. В.** О некоторых проблемах системного подхода в геоморфологии.— В кн.: Методологические проблемы научного познания. Новосибирск, «Наука», 1977, с. 197—214.
- Кедров Б. М.** Диалектика естествознания: прошлое, настоящее, будущее. К 150-летию со дня рождения Энгельса.— «Природа», 1970, № 11, с. 4—10.
- Кедров Б. М.** Ленин и диалектика естествознания XX века. Материя и движение. М., «Наука», 1971. 399 с.
- Кедров Б. М. В. И. Ленин** о новых периодах в развитии естествознания. К 100-летию со дня рождения В. И. Ленина.— «Природа», 1969, № 1, с. 2—5.
- Кедров Б. М.** О геологической форме движения в связи с другими его формами.— В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 129—151.
- Кедров Б. М.** О диалектике научных открытий.— «Вопр. философии», 1966, № 12, с. 26—37.
- Кедров Б. М.** О диалектико-логическом обобщении истории естествознания.— «Вопр. философии», 1960, № 1, с. 61—74.
- Кедров Б. М.** О соотношении форм движения материи в природе.— «Вопр. философии», 1959, № 4, с. 44—56.
- Кедров Б. М.** Предмет и взаимосвязь естественных наук. Изд. 2-е. М., «Наука», 1967. 435 с.
- Кириченко И. П.** О геотехнологии как новой науке геологического цикла.— В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 321—324.
- Кириянов Г. Ф.** Методологические основы исследований В. В. Докучаевым четвертичных геологических образований.— В кн.: Некоторые философские проблемы естествознания. М., 1969, с. 89—97. (Горн. ин-т).
- Кириянов Г. Ф.** Учение В. В. Докучаева о зонах природы и его философские основы.— В кн.: Некоторые философские проблемы естествознания. М., 1969, с. 81—88. (Горн. ин-т).
- Клесова Э. В.** К вопросу о превращении науки в непосредственную производительную силу. (На примере геологии).— «Вестн. Белорусск. ун-та». Сер. 3. История, филос., экономика, право, 1972, № 2, с. 32—37.
- Козиков И. А.** Философские воззрения В. И. Вернадского (к 100-летию со дня рождения). М., Изд-во Моск. ун-та, 1963. 78 с.
- Колосницын В. И.** Геология и религия.— В кн.: Философские вопросы геологии. Свердловск, 1967, с. 132—147. (Горн. ин-т).
- Колотневский А. М.** Состояние и тенденции развития основных теоретических концепций в советской географии.— В кн.: Теоретическая география. Рига, Изд-во Латвийск. ун-та, 1973, с. 3—15.
- Комаров В.** Методологические проблемы наук о Земле.— «Коммунист Татарии», 1975, № 2, с. 73—78.
- Комаров В. Н.** Философские вопросы науки о Земле. (Методологические аспекты геологических проблем). Казань, Изд-во Казанск. ун-та, 1974. 173 с.
- Комаров Г. Г., Кондратьев А. А.** Актуализм как метод научного познания и его роль в геологии.— «Труды Свердл. горн. ин-та», 1974, вып. 115(4), с. 54—62.

- Кондратьев А. А. Взаимосвязь категорий обратимости и необратимости, повторяемости и неповторяемости в развитии на одном уровне сложности.— «Труды Свердл. горн. ин-та», 1974, вып. 115(4), с. 89—96.
- Константинов О. А. Методологическая путаница в теоретических проблемах географии.— «Изв. АН СССР. Сер. геогр.», 1961, № 4, с. 146—149.
- Копнин П. В. Диалектическая логика и научное исследование.— «Вопр. философии», 1962, № 10, с. 3—9.
- Корниец Д. В. Категории внутреннего и внешнего в геологии.— «Геол. журн.», 1961, № 4, с. 52—56. На укр. яз.
- Костюк В. Н. Роль принципа простоты в естественнонаучных теориях.— «Вопр. философии», 1964, № 5, с. 76—84.
- Косыгин М. К. Качественные признаки планетарной формы движения земной материи.— «Труды Иркутск. политехн. ин-та», 1966, вып. 30, с. 7—12.
- Косыгин Ю. А., Соловьев В. А. История и методология тектонических систематик.— В кн.: Методология и история геологических наук. М., «Наука», 1977, с. 28—37.
- Косыгин Ю. А. Методологические вопросы системных исследований в геологии.— «Геотектоника», 1970, № 2, с. 20—29.
- Косыгин Ю. А., Воронин Ю. А. Некоторые фундаментальные понятия структурной геологии.— «Геология и геофизика», 1969, № 3, с. 17—24.
- Косыгин Ю. А. О положении геологии среди других наук и об основных проблемах современной геологии.— «Геология и геофизика», 1963, № 8, с. 3—12.
- Косыгин Ю. А., Салин Ю. С. О способах ретроспективных геологических построений.— В кн.: Методологические проблемы научного познания. Новосибирск, «Наука», 1977, с. 190—197.
- Косыгин Ю. А., Соловьев В. А. Принцип историзма и тектоника.— «Геология и геофизика», 1974, № 5, с. 49—56.
- Косыгин Ю. А., Салин Ю. С., Соловьев В. А. Философские проблемы геологического времени.— «Вопр. философии», 1974, № 2, с. 96—104.
- Кофф Г. Л., Попов И. В. Прогнозы как метод и цель геологических исследований.— В кн.: История и методология естественных наук. Вып. 13. Геология. М., Изд-во Моск. ун-та, 1974, с. 171—175.
- Красилов В. А. Эволюция и биостратиграфия. М., «Наука», 1977, 256 с.
- Красный Л. И. О путях теоретических исследований в геологической науке.— В кн.: Материалы к совещанию «Общие закономерности геологических явлений», 1966, вып. 1. Л., ВСЕГЕИ, 1965, с. 7—10.
- Крашенинников Г. Ф. Взаимодействие форм движения материи в литогенезе.— В кн.: Философские вопросы геологических наук. М., Изд-во Моск. ун-та, 1967, с. 55—69.
- Крашенинников Г. Ф. Методологические основы генетического исследования осадочных пород.— В кн.: История и методология естественных наук. Вып. 13. Геология. М., Изд-во Моск. ун-та, 1974, с. 85—93.
- Кренделев Ф. П., Кренделев С. Ф. Эвристические методы в геологии. (Математические основы). М., «Наука», 1977. 151 с. (АН СССР. Бурят. филиал СО АН. Геол. ин-т).

- Кропоткин П. Н. «Неомобилизм» и региональная геотектоника.— «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1961, № 6, с. 112—116.
- Круть И. В. Введение в общую теорию Земли. Уровни организации геосистем. М., «Мысль», 1978. 367 с.
- Круть И. В. Из истории принципов геонтии.— В кн.: Методология и история геологических наук. М., «Наука», 1977, с. 47—57.
- Круть И. В. Исследование оснований теоретической геологии. Системный подход и концепция уровней организации. Автореф. докт. дис. Л., 1974 (ВСЕГЕИ).
- Круть И. В. Исследование оснований теоретической геологии. М., «Наука», 1973. 201 с.
- Круть И. В. Иерархия геотектонических систем.— В кн.: Металлогения и новая глобальная тектоника. Л., ВСЕГЕИ, 1973, с. 77—80.
- Круть И. В. К построению стратиграфической теории.— «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1974, № 7, с. 38—49.
- Круть И. В. К проблеме оснований геологии и других наук о Земле.— «Науч. докл. высш. школы. Филос. науки», 1975, № 4, с. 60—68.
- Круть И. В. К проблеме построения теоретического знания (на примере геологии).— «Вопр. философии», 1968, № 7, с. 89—100.
- Круть И. В. К состоянию учения о геологических формациях.— «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1968, № 9, с. 98—113.
- Круть И. В. О категориальном базисе формализации и математизации геологического знания.— В кн.: Математизация и автоматизация в геологических исследованиях. Л., ВСЕГЕИ, 1972, с. 12—14.
- Круть И. В. О некоторых понятиях категориального базиса геологии.— «Изв. вузов. Геология и разведка», 1969, № 1, с. 3—11.
- Круть И. В. О факторах и компонентах земного планетного времени.— В кн.: Ритмичность природных явлений. Доклады на ежегодных чтениях памяти Л. С. Берга. Л., «Наука», 1973, с. 7—25.
- Круть И. В. Положение геологических формаций в геологическом пространстве.— В кн.: Геологические формации. Л., ВСЕГЕИ, 1968, с. 36—38.
- Круть И. В. Пространство, время и объекты классической геологии.— В кн.: Труды XIII Междунар. конгресса по истории науки, 1971. Секция 8. М., «Наука», 1974, с. 96—99.
- Круть И. В. Современная интерпретация принципов классической геологии.— В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, «Наукова думка», 1975, с. 27—30.
- Круть И. В. Уровни геологических объектов и геологическое пространство (полемиические заметки).— В кн.: Вопросы методологии в геологических науках. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 151—159.
- Крючков В. В. Формы движения материи, которые изучаются науками о Вселенной и Земле.— В кн.: Жизнь Земли. Сб. 4. М., Изд-во Моск. ун-та, 1967, с. 131—136.
- Кудельский А. В. К вопросу истинности научного познания в геохимии. (Некоторые методологические и методические приемы корреляционной геохимии).— В кн.: Методологические проблемы геологической науки. Минск, «Наука и техника», 1976, с. 23—29.

- Кузнецов В. А.** Некоторые методологические и методические аспекты изучения аллювиального литогенеза.— В кн.: Методологические проблемы геологической науки. Минск, «Наука и техника», 1976, с. 29—44.
- Кузнецов И. В.** Учение Ф.-Энгельса о формах движения материи и современное естествознание.— «Вопр. философии», 1970, № 11, с. 62—73.
- Кузнецов П. С.** Внутренние закономерности развития физической географии. Саратов, Изд-во Саратовск. ун-та, 1974. 45 с.
- Кулиничков А. Е.** Вопросы теории геологического моделирования и теории информативности модели.— В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, «Наукова думка», 1975, с. 107—119.
- Кулиничков А. Е.** Геологическая кибернетика как новая научная дисциплина.— В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, «Наукова думка», 1975, с. 67—77.
- Кулындышев В. А., Живетьев В. К.** Метамодел ь теоретического исследования и ее реализация в геологии.— В кн.: Вопросы методологии в геологических науках. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 50—55.
- Куражковская Е. А.** Геологическая материальная система и закономерности ее развития. М., «Знание», 1971. 48 с.
- Куражковская Е. А.** Диалектическая концепция развития в геологии (философский аспект). М., Изд-во Моск. ун-та, 1970. 240 с.
- Куражковская Е. А., Хаин В. Е., Гордеев Д. И.** Еще раз о геологической форме движения материи.— «Науч. докл. высш. школы. Филос. науки», 1968, № 4, с. 60—66.
- Куражковская Е. А.** К вопросу об определении предмета науки и связи с некоторыми категориями диалектики.— В кн.: История и методология естественных наук. Вып. 13. Геология. М., Изд-во Моск. ун-та, 1974, с. 39—49.
- Куражковская Е. А.** К вопросу о геологической форме движения материи.— В кн.: Философские вопросы геологии. М., Изд-во Моск. ун-та, 1967, с. 11—26.
- Куражковская Е. А.** «Материализм и эмпириокритицизм» и борьба против ревизионизма и идеализма в естествознании.— «Вестн. МГУ. Сер. биол., почвовед., геол., геогр.», 1959, № 2, с. 3—11.
- Куражковская Е. А., Хаин В. Е.** Методологические проблемы наук о Земле.— «Вопр. философии», 1964, № 10, с. 163—166.
- Куражковская Е. А.** О классификации форм движения материи и месте в ней геологической формы.— «Вопр. философии», 1964, № 12, с. 127—136.
- Куражковская Е. А., Гордеев Д. И.** О соотношении исторического и логического в истории геологии.— «Вестн. МГУ. Геология», 1967, № 4, с. 75—83.
- Куражковская Е. А.** Принцип историзма в геологии.— В кн.: Пути познания Земли. М., «Наука», 1971, с. 203—210.
- Куражковская Е. А.** Проблема развития неорганической природы и принцип актуализма в геологии.— В кн.: Философские вопросы естествознания, т. 3. М., Изд-во Моск. ун-та, 1960, с. 83—100.

- Куражковская Е. А.** Развитие геологической материальной системы.— В кн.: Проблемы развития в современном естествознании. М., Изд-во Моск. ун-та, 1968, с. 41—60.
- Куражковская Е. А.** Роль геологии в формировании диалектико-материалистического миропонимания. М., «Знание», 1970. 45 с.
- Куражковская Е. А., Гордеев Д. И.** Соотношение системного и исторического подходов при изучении естественноисторических систем.— В кн.: История и методология естественных наук. Вып. 13. Геология. М., Изд-во Моск. ун-та, 1974, с. 24—38.
- Куражковская Е. А., Фурманов Г. Л.** Философские проблемы геологии. М., Изд-во Моск. ун-та, 1975. 139 с.
- Куражковская Е. А. Ф.** Энгельс о месте и роли геологии в системе естествознания.— В кн.: Фридрих Энгельс — великий ученый и революционер. М., Изд-во Моск. ун-та, 1972, с. 97—108.
- Куражковская Е. А. Ф.** Энгельс о роли геологии в формировании диалектико-материалистического миропонимания.— «Вестн. МГУ. Геология», 1971, № 4, с. 19—26.
- Курсанов Г. А.** О логических принципах науки.— «Природа», 1963, № 1, с. 18—24.
- Ларин В. И.** Верна ли главная догма геологии? — «Химия и жизнь», 1974, № 1, с. 33—39.
- Ласточкин А. Н.** К проблеме внутренних и внешних сил в развитии Земли.— В кн.: VI совещание по проблемам планетологии. Тезисы докладов, вып. 2. Л., 1968, с. 10—14.
- Левковский Р. З.** Роль технических наук в формировании современных представлений о строении Земли и околоземного пространства.— «Методологические и социальные проблемы техники и технических наук», 1976, вып. 3, с. 88—91.
- Леонов Г. П.** Историзм и актуализм в геологии.— «Вестн. МГУ. Геология», 1970, № 3, с. 3—15.
- Леонов Г. П.** Проблема цикличности в истории Земли.— «Вестн. МГУ. Геология», 1962, № 4, с. 3—12.
- Лице Н. И. В. И. Ленин о взаимосвязи философии и естествознания.**— «Изв. АН ЛатвССР», 1972, № 5, с. 3—13.
- Личков Б. Л.** Геометрия Н. И. Лобачевского, механика земной коры И. Д. Лукашевича и новая теория Земли.— В кн.: Материалы к совещанию «Общие закономерности геологических явлений», 1966, вып. 1. Л., ВСЕГЕИ, 1965, с. 43—44.
- Личков Б. Л.** К основам современной теории Земли. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1965. 119 с.
- Личков Б. Л.** О трех типах эволюции живых существ в биосфере и ноосфере.— В кн.: Материалы к совещанию «Общие закономерности геологических явлений», 1966, вып. 1. Л., ВСЕГЕИ, 1965, с. 19—24.
- Лукашев К. И.** Научно-техническая революция и новые направления развития геологических наук.— В кн.: Методологические проблемы геологической науки. Минск, «Наука и техника», 1976, с. 4—14.
- Лунгерсгаузен Г. Ф.** О современной геологической эпохе и ее вероятных аналогах в истории Земли.— В кн.: V совещание по проблемам планетологии. 1965. Л., Геогр. о-во СССР, 1965, с. 57—60.

- Лунгерсгаузен Г. Ф. Периодичность геологических процессов.— В кн.: IV совещание по проблемам астрогеологии, 1962. Тезисы докладов. Л., Геогр. о-во СССР, 1962, с. 145—146.
- Львов Н. А. Роль геологической науки в формировании материалистического мировоззрения.— В кн.: Геолого-географические науки и развитие производительных сил Восточной Сибири. Иркутск, Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1962, с. 140—162.
- Ляцкий В. Б. О периодичности (порядка 200 млн. лет) в истории Земли.— В кн.: VI совещание по проблемам планетологии. Тезисы докладов, вып. 2. Л., Геогр. о-во СССР, 1968, с. 46—47.
- Магницкий В. А. Физика Земли.— В кн.: Материалистическая диалектика и методы естественных наук. М., «Наука», 1968, с. 462—472.
- Макаренко А. М. Об основных этапах истории развития Земли в свете единой теории саморазвивающейся материи.— «Вест. Харьковск. ун-та», 1967, № 25. Сер. геол.-геогр., вып. 2, с. 3—13.
- Малахов А. А. Некоторые проблемы геологических наук в свете задач по созданию материально-технической базы коммунизма.— В кн.: Философские вопросы геологии. Свердловск, Кн. изд-во, 1967, с. 13—22.
- Малахов А. А., Колосницын В. И. О классификации наук геологического цикла.— В кн.: Философские вопросы геологии. Свердловск, Кн. изд-во, 1967, с. 23—33.
- Малахова Н. П. Этапность развития — основа современной био-стратиграфии.— В кн.: Философские вопросы геологии. Свердловск, Кн. изд-во, 1967, с. 71—78.
- Мартынов Н. Е. Геология и физика.— В кн.: Вопросы геологии, методики поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. Новосибирск, СНИИГТИМС, 1967, с. 213—216.
- Материалистическая диалектика и методы естественных наук. М., «Наука», 1968. 608 с. (АН СССР. Ин-т философии).
- Медунин А. Е. Взаимодействие наук при изучении Земли.— «Вопр. философии», 1961, № 12, с. 122—130.
- Медунин А. Е. О некоторых способах изучения Земли геофизикой в историческом развитии и об особенностях современной классификации естественных наук.— В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 193—209.
- Медунин А. Е. О современных проблемах в области истории и методологии наук о Земле.— В кн.: Пути познания Земли. М., «Наука», 1971, с. 323—341.
- Мейен С. В. Таксономия и мерономия.— В кн.: Вопросы методологии в геологических науках. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 25—33.
- Мельник А. П. О характере закономерностей в осадкообразовании.— В кн.: Методологические вопросы геологических наук. Киев, «Наукова думка», 1974, с. 116—120.
- Мельникова К. П. Идеи В. И. Вернадского о процессах, происходящих в верхней зоне земной коры.— В кн.: История и методология естественных наук. Вып. 13. Геология. М., Изд-во Моск. ун-та, 1974, с. 129—141.
- Мельникова К. П. История разработки методологических основ грунтоведения и инженерной геологии.— В кн.: История и

- методология естественных наук. Вып. 13. Геология. М., Изд-во Моск. ун-та, 1974, с. 142—166.
- Методологические проблемы геологии.** Киев, «Наукова думка», 1975. 132 с.
- Методологические проблемы геологической науки.** Минск, «Наука и техника», 1976. 56 с.
- Методологические проблемы научного познания.** Новосибирск, «Наука», 1977. 342 с.
- Методология геологических исследований.** Владивосток, 1976. 207 с. (Ин-т тектон. и геофиз. Дальневост. научн. центра АН СССР).
- Методология и история геологических наук.** М., «Наука», 1977. 179 с. (АН СССР. Геол. ин-т).
- Методы теоретической геологии.** Л., «Недра», 1978. 335 с.
- Микешина Л. А.** Возникновение планетарного направления как отражения особенностей современного естествознания и специфики развития геологии. — В кн.: VI совещание по проблемам планетологии. Тезисы докладов, вып. 2. Л., Геогр. о-во СССР, 1968, с. 5—6.
- Минасян А. К.** Переход количественных изменений в качественные в неорганической природе. Ереван, Изд-во АН АрмССР, 1958. 287 с.
- Митюшев Н. А.** Анализ и синтез как методы познания в геологии. — «Труды Свердл. горн. ин-та», 1974, вып. 115(4), с. 82—88.
- Молевич Е. Ф.** Два аспекта понятия направленности развития и некоторые вопросы познания геологических процессов (в связи с обсуждением проблемы геоцикличности). — В кн.: Геоцикличность. Новосибирск, «Наука», 1976, с. 49—66.
- Москаленко А. Т., Симапов А. Л.** Философские проблемы современной геологии. — «Вопр. философии», 1977, № 7, с. 166—168.
- Москаленко А. Т., Симапов А. Л.** Фундаментальные и прикладные исследования в условиях научно-технической революции. — «Вопр. философии», 1977, № 12, с. 148—150.
- Мочалов И. И. В. И. Вернадский о логике и методологии научного творчества.** — «Вопр. философии», 1963, № 5, с. 106—117.
- Мочалов И. И.** Проблемы космизации науки в творчестве В. И. Вернадского. — «Вопр. философии», 1968, № 1, с. 123—133.
- Мочалов И. И.** Проблемы философского знания в творчестве В. И. Вернадского. — «Вопр. философии», 1971, № 9, с. 128—138.
- Мукитанов Н. К.** Проблема целостности в физической географии. Алма-Ата, «Наука», 1974. 167 с.
- Назаров И. В.** Взаимодействие основных форм движения материи в геологических процессах и значение методов точных наук в их познании. Автореф. канд. дис. Свердловск, 1967. 20 с. (Уральск. ун-т).
- Назаров И. В.** Геоморфологические процессы — результат диалектического взаимодействия эндогенных и экзогенных сил. — «Труды Свердл. горн. ин-та», 1970, вып. 77, с. 23—33.
- Назаров И. В.** К вопросу о специфике геологических процессов. — В кн.: Философские вопросы геологии. Свердловск, 1967, с. 96—107. (Горн. ин-т им. В. В. Вахрушева).
- Назаров И. В.** Ленинская идея развития в современной геологии. — В кн.: В. И. Ленин и естествознание. Челябинск, Кн. изд-во, 1970, с. 60—64.

- Назаров И. В.** К поиску новой парадигмы в геологии.— В кн.: Логика научного поиска. Тезисы докл. к Всесоюзн. симпозиуму. Свердловск, 1977, с. 96—99. (АН СССР. Цент. бюро филос.-метод. семинаров).
- Назаров И. В.** Настоящее и будущее геологии (гносеологический аспект).— «Труды Свердл. горн. ин-та», 1974, вып. 115(4), с. 3—16.
- Назаров И. В.** О моделировании геологических процессов.— В кн.: Ленинская теория отражения и современность. Материалы юбилейной научной сессии вузов Уральской зоны. Философские науки. Вып. 1. Свердловск, Кн. изд-во, 1967, с. 181—190.
- Назаров И. В.** О специфике противоречий в геологических процессах.— В кн.: Диалектические противоречия в природе. М., «Наука», 1967, с. 72—86.
- Назаров И. В.** Предметы исследования наук о Земле.— В кн.: Вопросы методологии в геологических науках. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 11—18.
- Назаров И. В.** Роль гипотезы как метода научного познания в геологии.— «Труды Свердл. горн. ин-та», 1974, вып. 115(4), с. 63—81.
- Назаров И. В.** Существует ли геологическая форма движения материи? — «Науч. докл. высш. школы. Философ. науки», 1966, № 5, с. 47—54.
- Назаров И. В.** Философские (методологические) основы применения математики в науках о Земле.— В кн.: Методология геологических исследований. Владивосток, Кн. изд-во, 1976, с. 31—39.
- Наливкин В. Д.** О цикличности геологической истории. — «Геогр. сборник», 1962, № 15, с. 188—197.
- Налимов В. В.** Количественные методы исследования процесса развития науки.— «Вопр. философии», 1966, № 12, с. 38—48.
- Никитина А. Г.** Виды научного предвидения.— «Вестн. МГУ. Философия», 1966, № 5, с. 49—55.
- Николаев Н. И.** О содержании и основных задачах геоморфологии.— «Геоморфология», 1976, № 4, с. 23—35.
- Новик И. Б.** Кибернетика и проблемы познания взаимосвязи природных явлений и преобразования природы.— В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 65—77.
- Носаль В. И., Чупин П. П.** Практика — критерий истины в геологии.— В кн.: Практика — критерий истины в науке. М., Соцэкгиз, 1960, с. 216—240.
- О стадийности развития природы.** Л., 1963. 140 с. (Учен. зап. Ленингр. пед. ин-та, вып. 244).
- Одинцов М. М.** О специфике геологических процессов.— «Вопр. философии», 1962, № 3, с. 131—136.
- Олейников А. Н.** Палеонтология и математика.— В кн.: Отечественная палеонтология за 100 лет (1870—1970 гг.). Л., «Наука», 1977, с. 133—142.
- Оноприенко В. И.** Взаимосвязь структурного, генетического и системного подходов в геологических исследованиях.— В кн.: Методологические вопросы геологических наук. Киев, «Наукова думка», 1974, с. 67—81.

- Оноприенко В. И.** Вопросы истории и методологии геологических теорий.— «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1973, № 2, с. 128—139.
- Оноприенко В. И.** Геологическая карта. Опыт гносеологического анализа.— В кн.: Методологические вопросы геологических наук. Киев, «Наукова думка», 1974, с. 134—144.
- Оноприенко В. И.** Идеи Ф. Энгельса и проблема развития в теоретической геологии.— В кн.: Диалектика развития и теория познания в геологии. Киев, «Наукова думка», 1970, с. 98—108.
- Оноприенко В. И., Поваренных А. С.** Исследование структуры геологического знания как методологическая проблема.— В кн.: Методологические вопросы геологических наук. Киев, «Наукова думка», 1974, с. 3—16.
- Оноприенко В. И.** Логика процедуры ретросказания в геологии.— В кн.: Методология геологических исследований. Владивосток, Кн. изд-во, 1976, с. 154—167.
- Оноприенко В. И.** Методологические и теоретические вопросы наук о Земле. (О книге «Пути познания Земли»).— «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1971, № 11, с. 140—148.
- Оноприенко В. И., Поваренных А. С.** О книге Ю. А. Воронина, Э. А. Еганова «Фации и формации. Парагенезис».— В кн.: Методологические вопросы геологических наук. Киев, «Наукова думка», 1974, с. 145—146.
- Оноприенко В. И.** О системе исследований методологии геологического знания.— В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, «Наукова думка», 1975, с. 3—8.
- Оноприенко В. И.** Основные направления методологических исследований в геологии.— «Геол. журн.», 1972, № 2, с. 3—12.
- Оноприенко В. И.** Принцип полициклизма в теоретической геологии.— «Изв. ВУЗов. Геология и разведка», 1973, № 3, с. 26—30.
- Оноприенко В. И.** Цикличность как закономерность развития в системе геологического знания. Автореф. канд. дис. М., 1973. 20 с. (МГУ. Филос. фак.).
- Онучин В. П.** Возникновение, становление и развитие некоторых геологических категорий.— «Труды Свердл. горн. ин-та», 1970, вып. 77, с. 62—73.
- Онучин В. П.** Некоторые геологические категории — процесс их становления и развития.— В кн.: Ленинская теория отражения и современность. Материалы юбилейной научной сессии вузов Уральской зоны. Философские науки. Вып. 1. Свердловск, Кн. изд-во, 1967, с. 181—190.
- Онучин В. П.** Преемственность и отрицание в развитии земной коры.— В кн.: В. И. Ленин и естествознание. Челябинск, Кн. изд-во, 1970, с. 65—71.
- Оли П.** Современные тенденции в научных исследованиях. Обзор основных тенденций в научных исследованиях в области точных и естественных наук, распространение научных знаний и их применение в мирных целях. Пер. с франц. М., Изд-во АН СССР, 1963. 293 с.
- Оффман П. Е.** О строении верхней части земной коры.— В кн.: Материалы к совещанию «Общие закономерности геологических явлений», вып. 1. М., 1965, с. 247—251.

- Пал И. С. В. И. Ленин и некоторые вопросы специфики наук как общественного явления.— «Изв. ВУЗов. Геология и разведка», 1972, № 4, с. 3—7.
- Пал И. С. Вопросы методологии научного познания в курсе марксистско-ленинской философии (из опыта МГРИ).— «Изв. ВУЗов. Геология и разведка», 1977, № 10, с. 163—167.
- Пал И. С. Ф. Энгельс и науки о Земле.— «Изв. ВУЗов. Геология и разведка», 1971, № 2, с. 3—7.
- Панюков Л. Н. О геологической форме движения материи.— В кн.: Методологические проблемы науки. М., Изд-во Моск. ун-та, 1970, с. 107—118.
- Пейве А. В. Принцип унаследованности в тектонике.— «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1956, № 6, с. 11—19.
- Перельман А. И. Очерки философии наук о Земле. Под ред. А. Л. Яншина. М., «Знание», 1972. 48 с.
- Пидопличко П. Г. Развитие теории антиглияциализма в последние годы.— В кн.: Природная обстановка и фауны прошлого, вып. 1. Киев, «Наукова думка», 1963, с. 102—118.
- Пильщиков Б. И. О некоторых современных научных гипотезах происхождения миров.— В кн.: Философские вопросы геологии. Свердловск, 1967, с. 121—131. (Горн. ин-т).
- Плахотник А. Ф. Доказательство системного характера физической географии.— «Изв. Всес. геогр. о-ва», 1974, вып. 3, с. 231—236.
- Плотников С. М. К вопросу о геологической форме движения материи.— В кн.: Философские вопросы геологии. Свердловск, 1967, с. 108—120. (Горн. ин-т).
- Поваренных А. С. Анализ развития представлений о составе и строении минералов на основе категории формы и содержания.— В кн.: Методологические вопросы геологических наук. Киев, «Наукова думка», 1974, с. 121—134.
- Поваренных А. С., Оноприенко В. И. К вопросу формализации категориального базиса в геологических науках.— «Науч. докл. высш. школы. Филос. науки», 1973, № 2, с. 56—62.
- Поваренных А. С. О значении определения понятий и терминологии для развития науки (на примерах минералогии).— В кн.: Диалектика развития и теория познания в геологии. Киев, «Наукова думка», 1970, с. 5—30.
- Поваренных А. С. О субординации существенных признаков в схеме современной классификации минералов.— В кн.: Диалектика развития и теория познания в геологии. Киев, «Наукова думка», 1970, с. 31—40.
- Поваренных А. С., Оноприенко В. И. Пути детализации познавательных методов в науках о Земле.— «Вестн. АН УССР», 1972, № 4, с. 10—21.
- Пономаренко А. Г., Расницын А. П. Симпозиум по философским проблемам эволюционной теории, 25—26 февр. 1971 г.— «Палеонтол. журн.», 1971, № 3, с. 130—131.
- Попов В. И. Методология и теоретические основы инженерной геологии.— В кн.: Всесоюзная конференция по инженерной геологии, 1-я. Тбилиси, 1972. Труды..., т. 1. Тбилиси, 1976, с. 25—31.
- Попов В. И. О некоторых новых идеях в геологии.— «Зап. Узбекист. отд. ВМО», 1956, т. 10, с. 15—33.

- Поспелов Г. Л.** О характере геологии как науки и ее месте в естествознании.— *Изв. АН СССР. Сер. геол.*, 1960, № 11, с. 3—19.
- Поспелов Г. Л.** Особенности планетарной геологической формы движения материи.— В кн.: Тезисы докладов объединенной теоретической конференции философских (методологических) семинаров по вопросу «Взаимодействие наук при изучении Земли». М., Изд-во АН СССР, 1961, с. 13—21.
- Поспелов Г. Л.** Проблемы метода познания в геологии.— В кн.: Материалистическая диалектика и методы естественных наук. М., «Наука», 1968, с. 473—488.
- Поспелов Г. Л.** Проблема причинности и явление конвергентной неопределенности в геологии.— В кн.: Современный детерминизм и наука, т. 2. Новосибирск, «Наука», 1975, с. 313—334.
- Потапов Н. Г.** Методологические аспекты определения объективного противоречия.— *Труды Свердл. горн. ин-та*, 1974, вып. 115 (4), с. 97—102.
- Потапова М. С.** Геология как историческая наука о природе.— В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 119—128.
- Проблема развития в современном естествознании.** М., Изд-во Моск. ун-та, 1968. 318 с.
- Проблемы диалектики и логики в развитии современного естествонаучного познания.**— *Вопр. философии*, 1967, № 5, с. 138—151.
- Пузырев Н. Н.** О моделях сред, используемых при сейсмических исследованиях.— В кн.: Методологические проблемы научного познания. Новосибирск, «Наука», 1977, с. 161—168.
- Равикович А. И.** Вероятностный образ мышления в естествоисторических науках XIX в.— В кн.: Методология и история геологических наук. М., «Наука», 1977, с. 38—47.
- Равикович А. И.** Естествоиспытатели XIX в. о развитии неорганического и органического мира.— *Изв. АН СССР. Сер. геол.*, 1969, № 11, с. 95—101.
- Равикович А. И.** Историческая роль катастрофизма, униформизма и и эволюционизма в геологии XIX в.— В кн.: Проблемы истории геологических наук. (МГК. XXIII сессия. Докл. сов. геологов. Пр. 13в). М., «Наука», 1968, с. 67—76.
- Равикович А. И.** История возникновения генетического и структурного подходов в естествознании.— В кн.: Вопросы методологии в геологических науках. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 94—107.
- Равикович А. И.** О методологических проблемах геологии.— *Изв. АН СССР. Сер. геол.*, 1977, № 3, с. 148—150.
- Равикович А. И.** О параллелизме воззрений натуралистов XIX века.— В кн.: История геологии. Ереван, Изд-во АН АрмССР, 1970, с. 58—72.
- Равикович А. И., Французова Н. П.** Обсуждение методологических вопросов геологии.— *Вопр. философии*, 1974, № 5, с. 163—164.
- Равикович А. И.** Развитие основных теоретических направлений в геологии XIX в. М., «Наука», 1969. 248 с.
- Равикович А. И.** Униформистское учение Лайеля и его историче-

- ские корни.— В кн.: Очерки по истории геологических знаний, вып. 9. М., Изд-во АН СССР, 1961, с. 48—83.
- Рагозин Л. А.** О принципе историзма в геологии.— В кн.: Философские вопросы естествознания. Т. 3. Геолого-географические науки. М., Изд-во Моск. ун-та, 1960, с. 111—117.
- Рац М. В.** Жизнь в истории Земли. О работах академика А. В. Сидоренко.— «Вопр. философии», 1976, № 9, с. 177—179.
- Ройзенман Ф. М.** О некоторых особенностях развития в геологической форме движения.— «Изв. ВУЗов. Геология и разведка», 1975, № 1, с. 10—15.
- Рослый И. С.** О геологической форме движения материи.— В кн.: Диалектика развития и теория познания в геологии. Киев, «Наукова думка», 1970, с. 108—114.
- Рубель М.** К биологической конструкции времени в геологии.— «Изв. АН ЭССР. Химия. Геология», 1976, т. 25, № 2, с. 136—144.
- Русанова О. Д., Шехтман П. А.** О необратимости геологического развития Земли.— «Труды Свердл. горн. ин-та», 1974, вып. 115(4), с. 30—37.
- Рыбин А. И.** О «понимании» в геологии.— В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, «Наукова думка», 1975, с. 18—27.
- Садовский М. Я., Зайцев Л. П.** Строение и развитие Земли как комплексная проблема.— «Вестн. АН СССР», 1962, № 11, с. 53—57.
- Салин Ю. С.** К проблеме совершенствования средств геологических исследований.— В кн.: Вопросы методологии в геологических науках. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 33—41.
- Салин Ю. С.** Нелогическая геология во времена Г. Спенсера и в наши дни.— В кн.: Вопросы методологии в геологических науках. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 121—128.
- Саушкин Ю. Г.** Проблемы окружающей среды и целостность системы географических наук.— В кн.: Теоретическая география. Рига, Изд-во Литовск. ун-та, 1973, с. 33—36.
- Семевский Б. Н.** Место экономической географии в системе наук.— В кн.: Теоретическая география. Рига, Изд-во Латвийск. ун-та, 1973, с. 38—41.
- Семевский Б. Н.** Место экономической географии в системе наук.— «Вопр. географии», 1974, сб. 95, с. 43—55.
- Семевский Б. Н.** Методологические основы географии и научно-техническая революция.— В кн.: Научно-техническая революция, человек, его природная и социальная среда. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1977, с. 142—146.
- Семененко М. П.** Некоторые вопросы методологии в геологии.— «Геол. журн.», 1961, № 2, с. 3—12.
- Симаков К. В.** Время в стратиграфии.— В кн.: Методологические вопросы геологических наук. Киев, «Наукова думка», 1974, с. 81—106.
- Симаков К. В., Оноприенко В. И.** «Геологическое» и «физическое» время (сопоставление понятий и процедур измерения).— В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, «Наукова думка», 1975, с. 99—107.
- Симаков К. В.** Значение концепции геологической формы движения для совершенствования теоретико-познавательного аппарата

- стратиграфии.— В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, «Наукова думка», 1975, с. 77—91.
- Симаков К. В.** Концепция эволюции и геохронометрия.— «Труды Сев.-Вост. комплекс. ин-та Дальневост. научн. центра АН СССР», 1974, вып. 62, с. 60—70.
- Симаков К. В., Оноприенко В. И.** Методологические вопросы развития представлений о времени и его измерении в геологии.— «Геол. журн.», 1974, № 6, с. 14—30.
- Симаков К. В.** Об антиномиях стратиграфической классификации.— В кн.: Вопросы методологии в геологических науках. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 41—50.
- Симаков К. В., Оноприенко В. И.** Сигнальный и каузальный подходы к проблеме геологической одновременности.— В кн.: Вопросы методологии в геологических науках. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 57—72.
- Симаков К. В.** Теоретические основы подразделения геологического времени.— «Геология и геофизика», 1977, № 4, с. 49—57.
- Симкин С. М.** Об идеализации геологических процессов. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1964, № 11, с. 103—110.
- Симонов Ю. Г.** Проблемы перехода количественных изменений в качественные в геоморфологии.— В кн.: Философские вопросы естествознания. Т. 3. Геолого-географические науки. М., Изд-во Моск. ун-та, 1960, с. 456—467.
- Синицын В. М.** Эволюция геологических процессов.— «Вестн. ЛГУ», 1965, № 18, с. 5—14.
- Сифоров В. И.** Общие тенденции развития современного естествознания.— «Вопр. философии», 1963, № 4, с. 85—96.
- Слатинова Н. А.** Основные формы движения материи и вопрос о геологической форме.— В кн.: Харьковский ун-т им. А. М. Горького. Студенческая научн. конференция, посвященная 50-летию образования СССР. 1972. Программа. Харьков, 1972, с. 100—103.
- Смирнов В. И.** Очерк истории и методологии учения о полезных ископаемых в Московском университете.— В кн.: История и методология естественных наук. Вып. 13. Геология. М., Изд-во Моск. ун-та, 1974, с. 10—23.
- Смирнов Л. В.** Ф. Энгельс о геологии.— «Зап. Ленингр. горн. ин-та», 1962, т. 42, № 2, с. 3—7.
- Созанский В. И.** О некоторых тенденциях развития геологии.— В кн.: Диалектика развития и теория познания в геологии. Киев, «Наукова думка», 1970, с. 75—84.
- Соколов Б. С.** Проблемы и некоторые черты будущего палеонтологии.— В кн.: Методологические проблемы научного познания. Новосибирск, «Наука», 1977, с. 242—265.
- Соловьев В. А.** Формализация понятий — необходимое условие применения математики в тектонике.— «Сов. геология», 1968, № 1, с. 152—156.
- Соловьев Ю. Я.** Актуализм и вопросы палеогеографии в трудах К. Ф. Рулье.— В кн.: Очерки по истории геологических знаний, вып. 9. М., Изд-во АН СССР, 1961, с. 166—182.
- Соотношение физического и геологического времени.**— В кн.: Методология геологических исследований. Владивосток, 1976,

- с. 167—177. Авт.: Косыгин Ю. А., Горелова П. Г., Саллин Ю. С., Соловьев В. А.
- Сороко С. М., Чуриков Л. И. Качество и геологическая неоднородность (однородность) продуктивных отложений.— «Труды Тюменск. индустр. ин-та», 1972, вып. 12, с. 54—61.
- Сочава В. Б. Влияние ленинских идей на развитие географической науки.— «Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока», 1970, вып. 26, с. 3—11.
- Снектор И. Р. О путях исследования геосистем.— «Вопр. географии», 1971, № 88, с. 88—96.
- Степанов Д. Л. Неокатастрофизм в палеонтологии наших дней.— «Палеонтол. журн.», 1959, № 4, с. 11—16.
- Страхов П. М. О первой формулировке задач и методологических установок литологии как самостоятельной науки.— «Литология и полезные ископаемые», 1968, № 5, с. 118—123.
- Страхов Н. М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М., Госгеолтехиздат, 1963. 536 с.
- Страхов Н. М. Эволюция представлений о литогенезе в русской геологии (от 70-го года XIX в. до 70-го года XX в.).— «Литология и полезные ископаемые», 1970, № 2, с. 35—63.
- Структура и формы материи. М., «Наука», 1967. 648 с.
- Рец. Круть И. В.— «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1969, № 9, с. 129—134.
- Стулов Н. Н., Шафрановский И. И. В. И. Вернадский о симметрии природы.— «Зап. Всес. минерал. о-ва», 1963, № 5, с. 579—586.
- Султанов А. Д., Кравчинский З. Я. О геологических законах и их философской сущности.— «Изв. АН АзССР. Сер. истор., филос. и права», 1970, № 2, с. 88—94.
- Сыдыков Ж. С. О классификационной схеме естественных наук и месте в ней гидрогеологии.— «Вестн. АН КазССР», 1973, № 9, с. 3—6.
- Сягаев Н. А. Стадийность развития подвижных областей земной коры.— В кн.: Философские вопросы естествознания. Т. 3. Геолого-географические науки. М., Изд-во Моск. ун-та, 1960, с. 146—159.
- Тамразян Г. П. Геологические революции и космическая жизнь Земли.— «Докл. АН АзССР», 1954, № 6, с. 433—438.
- Тамразян Г. П. Цикличность — отражение развития Земли.— «Природа», 1964, № 1, с. 107—110.
- Теоретическая мысль в геологии. 15 с., библиогр.: 50 назв. Piccoli G. Scuola in azione, 1969, n. 9, pp. 38—50. Пер. ВИНТИ, № 84314/0.
- Титанова Е. К., Чупин П. П. О взаимодействии экзогенных и эндогенных процессов в развитии земной коры.— В кн.: Диалектические противоречия в природе. М., «Наука», 1967, с. 86—98.
- Титанова Е. К. О противоречии исторического развития Земли.— «Труды Свердл. горн. ин-та», 1974, вып. 115(4), с. 103—116.
- Титанова Е. К. О системном подходе к изучению геологических явлений.— В кн.: Методологические основы теории научного знания, ч. 1. Свердловск, Кн. изд-во, 1973, с. 154—157.
- Титанова Е. К. О системном подходе к изучению Земли.— В кн.: Особенности современного научного познания. Свердловск, Изд-во УНЦ АН СССР, 1974, с. 140—150.

- Титанова Е. К.** О специфике геологической формы движения материи.— В кн.: Методологические вопросы геологических наук. Киев, «Наукова думка», 1974, с. 59—67.
- Титанова Е. К.** Развитие Земли как диалектический процесс. Автореф. канд. дис. Свердловск, 1972. 17 с. (Уральск. ун-т).
- Титанова Е. К.** Развитие Земли как объект философского осмысления.— «Труды Свердл. горно-геол. ин-та», 1970, вып. 77(2), с. 50—61.
- Тихомиров В. В.** Актуализм в трудах русских геологов начала XIX века.— В кн.: Очерки по истории геологических знаний, вып. 8. М., Изд-во АН СССР, 1959, с. 154—164.
- Тихомиров В. В.** Важнейшие направления развития стратиграфии, литологии и тектоники в СССР (1917—1967).— «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1968, № 6, с. 3—16.
- Тихомиров В. В.** Ведущие элементы прогресса геологии за последние 200 лет.— В кн.: История геологии. Ереван, Изд-во АН АрмССР, 1970, с. 19—32.
- Тихомиров В. В.** История и философия геологии в трудах Н. С. Шатского.— В кн.: Очерки по истории геологических знаний, вып. 10. М., Изд-во АН СССР, 1962, с. 90—109.
- Тихомиров В. В.** О важнейших факторах развития геологии на разных этапах ее истории.— «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1966, № 10, с. 136—144.
- Тихомиров В. В.** О периодизации истории естественных наук.— В кн.: Методология и история геологических наук. М., «Наука», 1977, с. 7—19.
- Тихомиров В. В.** Опыт анализа процесса развития геологии как науки.— «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1970, № 4, с. 27—37.
- Тихомиров С. В.** Литология и ее соотношение с другими науками.— «Изв. ВУЗов. Геология и разведка», 1977, № 5, с. 20—40.
- Тобиаш Фр. Гегель** о проблемах геологии.— «Вестн. МГУ. Философия», 1971, № 1, с. 70—77.
- Тованец П. В., Швырев В. С.** Некоторые проблемы логики научного познания.— «Вопр. философии», 1962, № 10, с. 10—21.
- Точилин М. С.** Всеобщая связь явлений и ее значение в познании геологических процессов.— В кн.: Философия и естествознание, вып. 2. Воронеж, Изд-во Воронежск. ун-та, 1968, с. 100—115.
- Точилин М. С.** О диалектическом обобщении в геологии.— В кн.: Философия и естествознание. Воронеж, Изд-во Воронежск. ун-та, 1965, с. 120—150.
- Трескинский С. А.** Правильность в технике и естествознании. (Реферат докл., прочитан. 11/XI 64 г.).— «Бюл. МОИП, отд. геол.», 1965, № 3, с. 147—148.
- Трифонов В. П., Онучин В. П.** Диалектико-материалистические представления о развитии земной коры.— В кн.: Философские вопросы геологии. Свердловск, 1967, с. 34—47. (Горн. ин-т).
- Трофимов Н. А., Карпов Ю. П.** Предметы наук о Земле как функция методов познания.— «Труды Свердл. горн. ин-та», 1970, вып. 77(2), с. 3—15.
- Трофимук А. А., Карогодин Ю. Н.** Общетеоретические и методологические вопросы основных направлений и задач исследо-

- вания геоцикличности.— В кн.: Геоцикличность. Новосибирск, 1976, с. 9—15.
- Трусов Ю. П.** Геологическая форма движения и проблема взаимосвязи форм движения в науках о Земле.— В кн.: Пространство, время, движение. М., «Наука», 1971, с. 414—438.
- Трусов Ю. П.** Диалектическая концепция развития и принцип закономерности как методологические основы актуализма.— В кн.: Пути познания Земли. М., «Наука», 1971, с. 214—246.
- Трусов Ю. П.** Методологические вопросы геохимии и взаимодействия наук. Автореф. канд. дис. М., Изд-во АН СССР, 1965. 19 с.
- Трусов Ю. П.** Предмет и метод геохимии и некоторые вопросы взаимодействия наук на современном этапе развития естествознания.— В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 234—284.
- Тугаринов В. П.** Природа и философия.— «Науч. докл. высш. школы. Филос. науки», 1975, № 5, с. 14—17.
- Турсунов А.** Проблемы диалектики развития научного познания.— «Вопр. философии», 1967, № 4, с. 131—133.
- Тюрюканов А. Н., Александров В. Д.** Витасфера Земли.— «Бюлл. МОИП, отд. биол.», 1969, № 4, с. 14—26.
- Уемов А. И.** Аналогия и модель.— «Вопр. философии», 1962, № 3, с. 138—145.
- Уемов А. И.** Некоторые тенденции в развитии естественных наук и принципы их классификации.— «Вопр. философии», 1961, № 8, с. 66—75.
- Украинцев Б. С.** Информация и отражение.— «Вопр. философии», 1963, № 2, с. 26—38.
- Урманцев Ю. А.** Поли- и изоморфизм в живой и неживой природе.— «Вопр. философии», 1968, № 12, с. 77—88.
- Усманов Ф. А.** Об одном аксиоматическом подходе к экспликации геологических понятий.— В кн.: Вопросы методологии в геологических науках. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 73—84.
- Ушаков С. А.** Единство и борьба противоположностей в структурном развитии Земли.— В кн.: История и методология естественных наук. Вып. 13. Геология. М., Изд-во Моск. ун-та, 1974, с. 100—104.
- Фаталиев Х. М.** Естественные науки в жизни общества. М., Изд-во Моск. ун-та, 1956. 167 с.
- Федоров Е. К.** Методологические проблемы наук о Земле.— «Вопр. философии», 1966, № 7, с. 96—107.
- Федоров Е. К.** Некоторые проблемы развития наук о Земле.— «Вопр. философии», 1962, № 11, с. 63—75.
- Федосеев П. Н.** Философия и современная эпоха.— В кн.: Октябрь и научный прогресс. Кн. 2. М., Изд-во АПН СССР, 1967, с. 371—401.
- Федынский В. В.** Некоторые комплексные проблемы в науках о Земле и космосе.— В кн.: Земля во Вселенной. М., «Мысль», 1964, с. 145—155.
- Философия и наука.** М., Изд-во Моск. ун-та, 1973. 230 с.
- Философия и методологические вопросы науки.** Ереван, Изд-во АН АрмССР, 1977. 277 с.

- Философия и естествознание** (некоторые проблемы). Воронеж, Изд-во Воронежск. ун-та, 1965. 200 с.
- Философские вопросы геологии.** Свердловск, 1970. 88 с. (Труды Свердл. горно-геол. ин-та, 1970, вып. 77(2)).
- Философские вопросы геологических наук.** М., Изд-во Моск. ун-та, 1967. 191 с.
- Философские вопросы естествознания.** Т. 3. Геолого-географические науки. М., Изд-во Моск. ун-та, 1960. 467 с.
- Философские основания естествознания.** М., Изд-во Моск. ун-та, 1977. 343 с. Авт.: Мелюхин С. Т., Петров Ю. А., Сивоконь П. Е. и др.
- Фисуненко О. П.** К проблеме времени в геологии.— В кн.: Природные и трудовые ресурсы Левобережной Украины и их использование, вып. 2. Харьков, Изд-во Харьковск. ун-та, 1967, с. 33—34.
- Флоровская В. Н.** Геологические и геохимические предпосылки возникновения жизни на Земле.— В кн.: Философские вопросы геологических наук. М., Изд-во Моск. ун-та, 1967, с. 165—177.
- Формальная логика и методология науки.** М., «Наука», 1964. 301 с.
- Франк-Каменецкий Д. А.** Законы физики и геологические циклы.— «Природа», 1964, № 1, с. 110—111.
- Французова Н. П., Павлинов В. Н.** Актуализм и его место в геологических исследованиях.— «Изв. ВУЗов. Геология и разведка», 1968, № 3, с. 3—12.
- Французова Н. П.** Анализ «следов прошлого» как начало исторического познания.— «Учен. зап. ВПШ при ЦК КПСС», 1971, вып. 8, с. 106—129.
- Французова Н. П.** Ленинское определение материи и геологическая реальность.— «Изв. ВУЗов. Геология и разведка», 1970, № 4, с. 33—40.
- Французова Н. П., Павлинов В. Н.** Принцип историзма и учение о геосинклинальном развитии земной коры.— «Изв. ВУЗов. Геология и разведка», 1970, № 4, с. 41—48.
- Фремд Г. М.** Значение актуалистических методов при решении некоторых вопросов палеовулканизма.— «Труды Лаб. палеовулканол. Казах. ун-та», 1963, вып. 1, с. 5—11.
- Фундаментальные исследования.** Науки о Земле. Новосибирск, «Наука», 1977. 214 с.
- Фурман И. Я.** Гипотеза в геологии.— «Труды Воронежск. ун-та», 1963, вып. 63, с. 120—134.
- Ханин В. Е.** Актуализм и тектоника.— В кн.: Методология и история геологических наук. М., «Наука», 1977, с. 20—27.
- Ханин В. Е.** Диалектическое взаимодействие эндогенных и экзогенных процессов как основа развития земной коры.— В кн.: Жизнь Земли. Сб. 1. М., Изд-во Моск. ун-та, 1961, с. 38—46.
- Ханин В. Е.** Направленность, цикличность и неравномерность в развитии земной коры.— В кн.: Тезисы докладов совещания по проблемам тектоники. М., Изд-во АН СССР, 1962, с. 138.
- Ханин В. Е.** Научно-техническая революция и задачи теоретической геологии.— В кн.: История и методология естественных наук. Вып. 13. Геология. М., Изд-во Моск. ун-та, 1974, с. 4—9.
- Ханин В. Е.** Некоторые философские вопросы современной геоло-

- гии.— «Науч. докл. высш. школы. Филос. науки», 1958, № 2, с. 148—161.
- Ханн В. Е.** Происходит ли научная революция в геологии?— «Природа», 1970, № 1, с. 7—19.
- Ханн В. Е.** Философские вопросы геологических наук на современном этапе их развития.— В кн.: Философские вопросы естествознания, т. 3. М., Изд-во Моск. ун-та, 1960, с. 19—54.
- Ханн В. Е.** Эволюция земной коры и ее возможные связи с процессами в верхней мантии.— «Сов. геология», 1964, № 6, с. 3—22.
- Ханн В. Е.** Эволюция представлений о классификации движений земной коры (от Ломоносова до наших дней).— В кн.: Жизнь Земли. Сб. 2. М., Изд-во Моск. ун-та, 1964, с. 166—176.
- Хакимов Э. М.** Системный подход к изучению исторической геологии.— «Учен. зап. Казанск. пед. ин-та», 1977, вып. 174, с. 92—96.
- Халфин Л. Л.** О методологических основах стратиграфической классификации.— В кн.: Методологические проблемы научного познания. Новосибирск, «Наука», 1977, с. 214—242.
- Хильми Г. Ф.** Философские проблемы преобразования природы.— В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 55—64.
- Хлобутов А. А.** О совершенствовании геологических исследований с помощью системного подхода.— «Зап. Узбекист. отд. Всес. минерал. о-ва», 1976, вып. 29, с. 104—107.
- Ходаков Ю. В.** Необходимое и случайное в развитии науки.— «Вопр. философии», 1960, № 10, с. 41—51.
- Ходьков А. Е.** Энергетические факторы образования Земли и развитие земных процессов.— В кн.: Материалы к совещанию «Общие закономерности геологических явлений», 1966, вып. 1. Л., ВСЕГЕИ, 1965, с. 165—170.
- Хозацкий Л. И.** Черты мировоззрения ранних русских палеонтологов.— В кн.: Отечественная палеонтология за 100 лет (1870—1970 гг.). Л., «Наука», 1977, с. 23—32.
- Хойкас Р.** Научный характер раннего катастрофизма и его соотношение с актуализмом и униформизмом.— В кн.: История геологии. Ереван, Изд-во АН АрмССР, 1970, с. 33—58.
- Хохлова Э. С., Четвериков Л. И.** Некоторые вопросы выделения объекта в естественных науках.— В кн.: Проблема субъекта и объекта в истории философии и в современной науке. Воронеж, Изд-во Воронежск. ун-та, 1974, с. 131—149.
- Черных В. В.** Системный подход в палеонтологии.— «Труды Свердл. горн. ин-та», 1974, вып. 115(4), с. 38—53.
- Четвериков Л. И.** Некоторые методологические вопросы современной геологии.— «Науч. докл. высш. школы. Филос. науки», 1974, № 1, с. 62—70.
- Четвериков Л. И.** О выделении иерархий геологических объектов.— В кн.: Вопросы методологии в геологических науках. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 128—138.
- Четвериков Л. И.** О некоторых методологических вопросах изучения геологических объектов.— В кн.: Методологические вопросы современной науки. Воронеж, 1969, с. 73—75.
- Четвериков Л. И.** О некоторых методологических вопросах изучения геологических объектов.— В кн.: Философия и естествознание, вып. 2. Воронеж, Изд-во Воронежск. ун-та, 1968, с. 116—128.

- Четвериков Л. И.** Понятия структуры, неоднородности и изменчивости в геологии.— В кн.: *Философия и естествознание*, вып. 3. Воронеж, Изд-во Воронежск. ун-та, 1971, с. 91—102.
- Четвериков Л. И.** Роль геологического анализа при применении математики в геологии.— В кн.: *Философия и естествознание*. Воронеж, Изд-во Воронежск. ун-та, 1965, с. 151—167.
- Чпжов А. В.** Саморегулирующиеся системы в неживой природе и некоторые вопросы их исследования.— В кн.: *История и методология естественных наук*. Вып. 13. Геология. М., Изд-во Моск. ун-та, 1974, с. 123—128.
- Шанцер Е. В.** К методологии историко-геологического исследования.— *«Геотектоника»*, 1970, № 1, с. 7—19.
- Шанцер Е. В.** Современная геология и ее место в естествознании.— *«Изв. АН СССР. Сер. геол.»*, 1961, № 10, с. 21—35.
- Шарапов И. П.** Геологическая документация как познавательная процедура.— В кн.: *Вопросы методологии в геологических науках*. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 18—25.
- Шарапов И. П.** Геологические теории в свете методологии.— В кн.: *Геоциклчность*. Новосибирск, 1976, с. 16—38. (Ин-т геологии и геофизики).
- Шарапов И. П.** Логический анализ некоторых проблем геологии. М., «Недра», 1977. 144 с.
- Шарапов И. П.** Методологические проблемы геологии (о метагеологии).— *«Геология и геофизика»*, 1972, № 11, с. 124—128.
- Шарапов И. П.** О системном анализе в геологии.— В кн.: *Труды XIII Международного конгресса по истории науки*. Москва. 18—24 авг. 1971 г. Секция IА, II. М., «Наука», 1974, с. 141—143.
- Шарапов И. П.** Проблемы метанауки и их отражение в геологии.— *«Труды Свердл. горн. ин-та»*, 1974, вып. 115(4), с. 117—129.
- Шарапов И. П.** Стрoение геологического знания.— В кн.: *Методологические проблемы геологии*. Киев, «Наукова думка», 1975, с. 9—17.
- Шарапов И. П.** Учет формально-логических требований при уточнении геологических понятий и требований.— В кн.: *Методологические вопросы геологических наук*. Киев, «Наукова думка», 1974, с. 17—34.
- Шаронов Л. В.** Об одномерном формальном геологическом пространстве.— *«Геология и геофизика»*, 1967, № 8, с. 108—110.
- Шафрановский И. И.** Симметрия в природе. Л., «Недра», 1968. 184 с.
- Рец. **Поваренных О. С.**— *«Геол. журн.»*, 1969, № 3, с. 119—120.
- Шевяков Л. Д. М. В.** Ломоносов и геологические науки.— *«Вопр. философии»*, 1961, № 11, с. 111—121.
- Шерстюк А. И.** Детерминизм в формировании метаморфических пород.— В кн.: *Философские вопросы геологии*. Свердловск, 1967, с. 58—70. (Горн. ин-т).
- Шорохов И. М.** Марксистская философия как научная методология.— В кн.: *Философские вопросы геологии*. Свердловск, 1967, с. 3—12. (Горн. ин-т).
- Шубаев Л. П.** Симметрия, десимметрия и антисимметрия в географической оболочке.— В кн.: VI совещание по проблемам планетологии. Тезисы докладов, вып. 2. Л., Геогр. о-во СССР, 1968, с. 33—36.

- Щербаков А. С. Отбор как фактор регуляционных процессов в геологическом движении материи.— В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, «Наукова думка», 1975, с. 44—54.
- Щербаков А. С. Саморегуляция в природе. Автореф. канд. дис. М., 1975. 20 с. (Моск. ун-т).
- Щербаков Д. И. Геология к концу XX века.— В кн.: Будущее науки. М., «Знание», 1966, с. 213—227.
- Щербаков Д. И., Афанасьев Г. Д. О некоторых задачах геологии в связи с познанием глубоких недр Земли.— «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1961, № 10, с. 3—12.
- Щербаков Ю. Г. Причинно-следственные связи в геохимической эволюции.— В кн.: Методологические проблемы научного познания. Новосибирск, «Наука», 1977, с. 168—179.
- Эйгенсон М. С. О физической природе необратимости геологической эволюции.— «Науч. зап. Львовск. ун-та», 1954, т. 31, № 7, с. 160—163.
- Юшкин Н. П. Теория и методы минералогии (избранные проблемы). Л., «Наука», 1977. 291 с. (АН СССР. Коми фил. Ин-т геологии).
- Яншин А. Л. Дискуссионные вопросы развития геологических наук.— «Сов. геология», 1966, № 4, с. 157—158.
- Яншин А. Л. Принцип актуализма и проблема эволюции геологических процессов.— В кн.: Пути и методы познания закономерностей развития Земли. (Тезисы докладов объединенной теоретической конференции философских (методологических) семинаров научных учреждений АН СССР). М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 2—8.
- Ярошевский А. А. Физико-химическое моделирование процесса дифференциации Земли. (К вопросу о методе теоретического моделирования).— В кн.: Пути познания Земли. М., «Наука», 1971, с. 178—191.
- Тасев И. Относно геологическата форма на движение на материята.— В кн.: Софийски ун-т. Годишник. София, 1972. Философско-исторически факултет. Т. 6. 1970. Кн. 1. Философия, с. 17—55. (О геологической форме движения материи.)
- Aktualismus a geneze rudnich lozisek.— «Vestn. Ustred. ustavu geol.», 1967, t. 42, N 2, p. 81—85. (Актуализм и генезис рудных месторождений).
- Albriton C. Philosophy of geology: a selected bibliography and index.— In: Fabric geol. Stanford, Calif., Freeman, Cooper and Co., 1963, p. 262—372. (Избранная библиография и указатель литературы по философским проблемам в геологии).
- Albriton C. C. Second bibliography and index for the philosophy of geology.— «J. Grand. Rev. Center.», 1964, vol. 33, N 2, p. 73—114. (Библиография и указатель по философии геологии).
- Albriton C. C. Uniformity and Simplicity. A symposium on the Principle of the Uniformity of Nature. Nov. 1968.— «Sp. pap. Geol. Soc. Am.», 1968, N 89. 99 p. (Принципы единообразия (униформизм) и простоты (экономии). Симпозиум по проблеме принципа единообразия в природе.)
- Anderson Ch. A. Simplicity in structural geology.— In: Fabric geology Stanford, Calif., Freeman, Cooper and Co., 1963, p. 175—183. (Принцип простоты в структурной геологии.)

- Bemmelen R. W.** Die Methoden in der Geologie. — «Mitt. Geol. Ges.», 1960, Bd 53, S. 35—52. (Методы в геологии.)
- Bemmelen R. W.** The scientific character of geology. — «J. Geol.», 1961, vol. 69, N 4, p. 453—463. (Научный характер геологии.)
- Blei W.** War der Aktualismus Huttons und Lyells ahistorisch. — «Zft. geol. Wiss.», 1977, N 4, S. 537—541. (Был ли актуализм Геттона и Лайеля неисторичным.)
- Bradley W. H.** Geologic Laws. — «Fabric geol.», 1963, vol. 12, p. 12—23. (Геологические законы.)
- Brod J. O.** Über Vererbungen und Neubildungen in der Geologie. — «Zft. angew. Geol.», 1959, Bd 5, N 6, S. 241—243. (О наследственности и новообразованиях в геологии.)
- Brown B. W.** Induction, deduction and irrationality in geologic reasoning. — «Geology», 1974, vol. 2, N 9, p. 456. (Индукция, дедукция и иррациональность в геологическом суждении.)
- Brunn J. H.** La methode historique et la geologie. — «Rev. geogr. phys. et geol. dynam.», 1962 (1963), vol. 5, N 3, p. 231—236. (Исторический метод и геология.)
- Bülow K.** Aktualismus und Fazies. — «Ber. geol. Ges.», 1964, Bd 9, N 1, S. 75—83. (Актуализм и фации.)
- Bülow K.** Der Weg des Aktualismus in England, Frankreich und Deutschland. — «Ber. geol. Ges.», 1960, Bd 5, N 3, S. 160—174. (Развитие актуализма в Англии, Франции и Германии.)
- Bülow K.** Das Wesen der Geologie. — «Ber. Dtsch. Ges. geol. Wiss.», 1968, Bd A 13, N 1, S. 25—33. (О сущности геологии.)
- Butakow A. A.** Zur Diskussion über den Platz der geologischen Prozesse in den Bewegungsformen der Materie. — «Wiss. Zft. Techn. Hochschule Otto von Guericke Magdeburg», 1965, Bd 9, S. 79—82. (К дискуссии о месте геологических процессов в формах движения материи (являются ли геологические процессы формой движения материи?).)
- Carozzi A. V.** Une nouvelle in — terpretation du soi-disant catastrophisme de Cuvier. — «Arch. sci.», 1972 (1971), vol. 24, N 3, p. 367—377.
- Challinor J.** Uniformitarianism — the fundamental principle of geology. — In: Internat. Geol. Congr. Rept. 23-rd. Sess. Czechosl., 1968. Proc. Sec. 13, Prague, p. 331—343. (Униформизм — основной принцип геологии.)
- Daber R.** Probleme der Wechselbeziehungen zwischen Lebens — und Erdgeschichte. — «Ber. Dtsch. Ges. geol. Wiss.», 1971, Bd A 16, N 3—5, S. 435—443. (Проблема соотношения истории жизни и истории Земли.)
- Diemann R.** Die Konzeption Vernadskijs von der Biosphäre und der Noosphäre und das Verhältnis von Biosphäre/Noosphäre zum Naturbegriff von Marx und Engels. — «Zft. geol. Wiss.», 1977, N. 4, S. 419—430. (Концепция Вернадского о биосфере и ноосфере и отношение биосферы и ноосферы к понятию природы у Маркса и Энгельса.)
- Ehnhke G.** Zur Klassifikation der Geowissenschaften. — «Zft. geol. Wiss.», 1974, H. 11, S. 1309—1331. (О классификации геонаучных дисциплин.)
- Elby G. A.** A philosophy of seismic zoning. Wellington, 1971. 4 p. (Seismological observatory. Bull. S 182). (Философия сейсмического зонирования.)

- Faudrich K.** Gesetz und Bedingungen im Bereich der geologischen wissenschaften, dargestellt am Beispiel des Initialvulkanismus.— *Wiss. Zft. Humboldt—Univ. Berlin. Math.-naturwiss. Reihe.*, 1965, Bd. 14, N 4—5, S. 672—676. (Закон и условие в области геологических наук на примере начального вулканизма.)
- Fandrich K.** Über die Gesetzmässigkeit in der Geologie und die Notwendigkeit einer dialektisch-materialischen Grundkonzeption der geologischen Entwicklung.— *Ber. geol. Ges.*, 1965, Bd 10, N 3, S. 355—381. (О закономерности в геологии и необходимости создания общей концепции геологического развития, опирающейся на основные положения диалектического материализма.)
- Feuillee P.** Le probleme de l'actualisme en geologie.— *«Rev. quest. sci.»*, 1976, vol. 147, N 2, p. 195—208. (Проблемы актуализма в геологии.)
- Floyd J. C., Steinker D. C., Schnetzer O. D.** The dual foundation of uniformitarianism.— *«Compass of Sigma Gamma Epsilon»*, 1976, vol. 53, N 2, p. 46—54. (Двойное основание униформизма.)
- Glangeaud L.** L'experience et la recherche operationnelle dans les sciences de la terre et de la nature.— *«Rev. synthese»*, 1963, vol. 84, N 29—31, p. 125—170. (Эксперимент и операционные исследования в науках о Земле и природе.)
- Gould S.** Is uniformitarianism necessary?— *«Am. J. Sci.»*, 1965, vol. 263, N 3, p. 223—228. (Необходим ли униформизм?)
- Grant G. Y.** Communication in Geology.— *«Scot. J. Geol.»*, 1969, vol. 5, N 4, p. 1305—1321. (Средства связи в геологии.)
- Guntau M.** Der Aktualismus in den geologischen Wissenschaften Versuch einer philosophischen Analyse der Auffassungen zum Aktualismus in der Geschichte der geologischen Wissenschaften.— *«Freiberger Forschungsh.»*, 1967, D, N 55. 94 S. (Актуализм в геологических науках. Опыт философского анализа трактовки актуализма в истории геологических наук.)
- Guntau M.** Bemerkungen zum Aktualismus in der Geologie. Beitrag zu einigen Fragen des Determinismus in der wissenschaftlichen Arbeitsmethodik der Geologie.— *«Ber. geol. Ges.»*, 1963, Bd 8, N 4, S. 377—383. (Заметки об актуализме в геологии. О некоторых вопросах детерминизма в рабочей методике геологической науки.)
- Guntau M.** Bemerkungen zum Determinismus in der Geologie.— *Wiss. Zft. Humbolt. Univ. Berlin. Math.-naturwiss. Reihe.*, 1963, Bd 12, N 3, S. 431—434. (О детерминизме в геологии.)
- Guntau M.** Die Entwicklung der Vorstellungen von der Mineralogie in der Wissenschaftschichte.— *«Geologie.»*, 1969, Bd 18, N 5, S. 526—537. (Эволюция представлений по минералогии в истории развития наук.)
- Guntau M.** Gedanken zur Wesensbestimmung der geologischen Wissenschaften.— *«Ber. Dtsch. Ges. geol. Wiss.»*, 1963, Bd. A 13. N 1, S. 9—16. (Об определении предмета геологии.)
- Guntau M.** Das Gesetz in den geologischen Wissenschaften.— *«Freiberger Forschungsh.»*, 1965, D, N 51, S. 7—34. (Закон в геологических науках.)
- Guntau M.** Der historische Charakter von Naturgesetzen in der Erdgeschichte.— *«Wiss. Zft. Humboldt Univ. Berlin. Math.-naturwiss. Reihe.»*, 1965, Bd. 14, N 4—5, S. 672—676. (Закон и условие в области геологических наук на примере начального вулканизма.)

- wiss. Reihe.», 1965, Bd 14, N 4—5, S. 667—672. (Исторический характер законов в геологии.)
- Guntau M.** Marxistische Philosophie und geologische Wissenschaften.— «Ber. geol. Ges. DDR», 1965, Bd 10, N 3, S. 335—354. (Марксистская философия и геологические науки.)
- Guntau M.** Philosophische Probleme der geologischen Wissenschaften.— «Dtsch. Zft. Philos.», 1965, Bd 13, N 2, S. 199—202. (Философские проблемы геологических наук.)
- Guntau M., Richter F.** Die Prognose auf geowissenschaftlichen Gebiet aus philosophischer Sicht.— «Ber. Dtsch. Ges. geol. Wiss.», 1968, Bd A13, N 4, S. 461—479. (Прогнозирование в области наук о Земле в философском аспекте.)
- Guntau M.** Zu einigen Gesichtspunkten für die Analyse des Herausbildungsprozesses naturwissenschaftlicher Disziplinen in der Geschichte der Wissenschaften.— In: Struktur und Prozess. Berlin, 1977, S. 334—351. (О некоторых концепциях анализа процесса становления естественнонаучных дисциплин в истории науки.)
- Guntau M.** Zur Problem der Klassifizierung der geologischen Wissenschaften.— «Ber. geol. Ges.», 1963, Bd 8, Sonderh. 1, S. 5—29. (К проблеме классификации геологических наук.)
- Haase K.** Einige Bemerkungen zu den Begriffen Struktur und Prozess und ihrer Anwendung in der Geotektonik.— «Wiss. Zft. Humboldt-Univ. Berlin. Math.-naturwiss. Reihe.», 1967, Bd 16, N 6, S. 1043—1046. (Некоторые замечания о понятиях «структура» и «процесс» и их применение в геотектонике.)
- Hagner A. F.** Philosophical aspects of the geological sciences.— In: Fabric geol. Stanford. Calif., Freeman, Cooper and Co., 1963, p. 233—241. (Философские аспекты геологических наук.)
- Hagner A. F., Page N. I.** Philosophical aspects of the geological sciences.— Spec. Pap. Geol. Soc. Amer. 1962, N 68. 189 p. (Философские проблемы геологических наук.)
- Harrington J. W.** Ontology of geologic reasoning with a rationale for evaluating historical contributions.— «Amer. J. Sci.», 1970, vol. 269, N 3, p. 295—303. (Онтология геологических выводов, существенных для суждений об эволюции.)
- Henry Th. W.** Hypothesis confirmation as illustrated by coral growth ring geochronology.— «Compass of Sigma Gamma Epsilon», 1968, vol. 45, N 4, p. 219—226. (Подтверждение гипотез на примере геохронологических колец нарастания кораллов.)
- Hessmann W.** Zum Wesen und Charakter des Systems und Gesamtprozesses geowissenschaftlicher Untersuchungsarbeiten (Geologische Forschung und Erkundung).— «Ber. Dtsch. Ges. geol. Wiss. 1968, Bd A13, N 1, S. 127—136. (О предмете геологии и характере системы и общего процесса геологических исследований (геологические исследования и геологоразведочные работы).)
- Hill M. Z.** Role of classification in geology.— In: Fabric geol. Stanford. Calif., Freeman, Cooper, and Co., 1963, p. 164—174. (Роль классификации в геологии.)
- Hohe R.** Die Bedeutung erdgeschichtlicher Betrachtungen in der angewandten Geologie.— «Ber. Dtsch. Ges. geol. Wiss.», 1968, Bd A13, N 1, S. 35—43. (Значение историко-геологического анализа в прикладной геологии.)

- Hooykaas R.** Geological uniformitarianism and evolution.— «Arch. internat. histoire sci», 1966, vol. 19, N 74—75, p. 3—19. (Униформизм в геологии и эволюции.)
- Hooykaas R.** The principle of uniformity in geology, biology and Theology. Leiden, 1959. 237 p. (Принцип униформизма в геологии, биологии и теологии.)
- Jong W. J.** Aktualism in geology and geography.— «Tijdschr. Koninkl. nederl. aardrijkskund. den.», 1966, vol. 83, N 3, p. 238—248. (Актуализм в геологии и географии.)
- Jubitz K.** Zur einigen Aspekten des geowissenschaftlichen Forschungs- und Erkenntnisprozesses unter den Bedingungen der wissenschaftlich-technischen Revolution.— «Ber. Dtsch. Ges. geol. Wiss.», 1974, Bd A16, N 3—5, S. 479—502. (О некоторых аспектах процесса геологического познания и исследования в условиях научно-технической революции.)
- Kaemmal Th.** Inhalte und Prozesse der angewandten geologischen Forschung.— «Wiss. Zft. Humboldt-Univ. Berlin., Mathnaturwiss. Reihe», 1967, Bd 16, N 6, S. 1031—1033. (О содержании и процессе прикладного геологического исследования.)
- Kaemmel Th.** Zum Wesen und zur Aufgabenstellung der geologischen Wissenschaften in der Praxis.— «Ber. Dtsch. Ges. Geol. Wiss.», 1968, Bd A13, N 1, S. 79—84. (О сущности и задачах геологических наук в практике.)
- Kaiser H. E.** Beispiele für die Anwendung und Grenzen aktualistischer Betrachtungsweise in der Geologie.— «Acta Biotheoret.», 1962, Bd 14, N 3—4, S. 99—120. (Области и границы применения актуалистического метода в геологии.)
- Kauter K.** Dialektik — Grundlage moderner Geologie.— «Zft. angew. Geol.», 1959, Bd 5, N 4, S. 151—152. (Диалектика — основа современной геологии.)
- Kitts D. B.** The theory of geology.— In: Fabric geol. Stanford. Calif. Freeman, Cooper and Co., 1963, p. 49—68. (Теория геологии.)
- Klusin V., Pinkava J.** Filosofické a metodologické otázky pripodnich ved XX. Století. Pr., stat. ped. nakl.—vr, 1976. 263 S. (Философские и методологические проблемы естествознания XX в.)
- Koch R. A.** Der formale Charakter geologischer Altersgesetze von Gesteinverbänden.— «Wiss. Zft. Humboldt-Univ. Berlin. Math. naturwiss. Reihe», 1965, Bd 14, N 4—5, S. 665—667. (Законы возрастного соотношения комплексов горных пород с точки зрения формальной логики.)
- Koch R. A.** Die formale Struktur der Grundgesetze der Kristallmorphologie.— «Philos. natur.», 1970, Bd 12, H. 2, S. 123—128. (Формальные структуры основ морфологии кристаллов.)
- Koch R. A.** Zum Problem der Struktur und des Prozesses in der Erdgeschichte.— «Philos. natur», 1969, Bd 11, H. 4, S. 446—453. (К проблеме структуры и процессов в геологии.)
- Koch R. A.** Zum Wesen des Grundpostulats der Geologie.— «Philos. natur.», 1967, Bd 10, N 1, S. 102—106. (О сущности основного постулата геологии.)
- Kowalski W. G.** Jednosc i roznorodosc nauk geologicznych v swiete teorii prognoz.— «Przeglad geol.», 1967, t. 15, N 3, s. 109—111. (Единство и разнообразие геологических наук в свете теории прогнозов.)

- Krumbein W. C.** Experimental design in the Earth sciences.— «Trans. Amer. Geophys. Union», 1955, vol. 36, N 1, p. 1—11. (Значение эксперимента в изучении Земли.)
- Krut J. V.** Raum, Zeit und Objekte der klassischen Geologie.— «Zft. geol. Wissenschaften», 1974, N 1, S. 5—9. (Пространство, время и объекты классической геологии.)
- Küpper H.** The geologist — on the road towards the year 2000.— «Magy allami földt. intez évk.», 1970, köt. 54, N 1, p. 77—79. (Геолог на пути к 2000-му году.)
- Lauterbach R.** Prognostische Aspekte der Entwicklung der Geologischen Wissenschaften.— «Ber. Dtsch. Ges. geol. Wiss», 1969, Bd A14, N 1, S. 7—23. (Прогнозирование развития геологических наук.)
- Leggett R. F.** The challenge of the future for the earth sciences.— «Geosci. Can.», 1974, vol. 1, p. 6—10. (Выбор будущих путей в науках о Земле.)
- Longwell Ch. R.** Discussion on the paper: «Is uniformitarianism necessary» by S. J. Gould.— Author's reply.— «Amer. J. Sci.», 1965, vol. 263, N 10, p. 918—921. (Обсуждение статьи S. J. Gould «Необходим ли униформизм?» с ответом автора.)
- Mackin J. H.** Rational and empirical methods of investigation in geology.— In: Fabric geol., Stanford, Calif., Freeman, Cooper and Co., 1963, p. 135—163. (Рациональные и эмпирические методы в геологии.)
- Mares J., Dimofte C.** Unele aspecte ale interactiunii stiintelor care studiaza Pamintul.— «Progres Stiintei», 1966, N 2, p. 415—418. (Некоторые аспекты взаимодействия наук о Земле.)
- Mastacan Ch.** Hypothese und Modellbildung in der Kristallographie— Mineralogie.— «Wiss. Zft. der Humboldt-Univ. Berlin, Math.-naturwiss. Reihe», 1968, Bd 17, N 5, S. 683—689. (Гипотеза и моделирование в кристаллографии—минералогии.)
- McIntyre D. B.** James Hutton and the philosophy of geology.— In: Fabric geol., Stanford, Calif., Freeman, Cooper and Co., 1963, p. 1—11. (Джеймс Геттон и философские основы геологии.)
- Paces T.** Hmotá, energie, životní prostředí a geologická služba.— «Geol. průzk.», 1974, t. 16, N 2, S. 33—34, 63—64. (Материя, энергия, жизненная среда, геологическая служба.)
- Petrascsek W. E.** Synthese und Analyse in der jüngsten Geschichte der Geologie.— «Mitt. geol. ges. Wien», 1968 (1969), Bd 61, S. 61—62. (Синтез и анализ в новейшей истории геологии.)
- Philosophy of geohistory: 1785—1970.** Ed. by C. C. Albritton, jr. Stroudsburg (Pa), Dowden, Hutchinson and Ross, 1975. 386 p. (Benchmark papers in geology. Vol. 13). (Философия геологической эволюции: 1785—1970. Хрестоматия.)
- Poka T.** Some epistemological problems of earth sciences.— «Acta geol. Acad. Sci. hung.», 1975 (1976), vol. 19, N 1—2, p. 109—130. (Некоторые эпистемологические проблемы наук о Земле.)
- Reiprich K.** Das Studium geologischer Arbeiten durch Karl Marx.— «Ber. Dtsch. Ges. geol. Wiss.», 1968, Bd A13, N 1, S. 17—23. (Изучение геологической литературы по Карлу Марксу.)
- Reiprich K.** Die Gesetzmässigkeit im historischen Prozess.— «Freiberger Forschungsh.», 1965, D, N 51, S. 35—51. (Закономерность в историческом процессе.)

- Richter F.** Diskussionsbemerkungen zu dem Beitrag zum Problem der Klassifizierung der geologischen Wissenschaften von M. Guntau.— «Ber. geol. Ges.», 1964, Bd 9, N 2, S. 269—273. (Дискуссионные замечания по поводу статьи Гунтау «К проблеме классификации геологических наук».)
- Richter F., Wendt H.** Probleme des Strukturgesetzes.— «Freiberger Forschung», 1965, D, N 51, S. 53—62. (Проблема структурного закона.)
- Roth Z., Belsanova A.** Aktualismus a iniformismus v metodologii geologických věd.— «Vestn. Ústřed. ústavu geol.», 1966, t. 41, N 3, S. 161—166. (Актуализм и униформизм в методологии геологических наук.)
- Routhier P.** Essai critique sur les méthodes de la géologie. P., Masson et Cie, 1969. 204 p. (Критический анализ геологических методов.)
- Rudolf H.** Der Wandel der geologischen Aufgaben im 20. Jahrhundert.— «Ber. Dtsch. Ges. geol. Wiss.», 1974, Bd A16, N 6, S. 547—563. (Изменение геологических задач в XX в.)
- Schellhorn M.** Über die Gültigkeit von Gesetzen.— «Ber. Dtsch. Ges. geol. Wiss.», 1969, Bd A14, N 3, S. 243—247. (О действии законов природы.)
- Schindewolf O. H.** Neokatastrophismus?— «Zft. Dtsch. geol. Ges.», 1963, Bd 114, N 2, S. 430—445. (Неокастрофизм?)
- Schubert Ch.** Zu den methodologischen und erkenntnistheoretischen Grundlagen der Geologie.— «Z. geol. Wiss.», 1977, H. 4, S. 431—442. (Методологические основы и основы теории познания в геологии.)
- Schüler W.** Aspekte des Erkenntnisprozesses in der Geophysik.— «Dtsch. Zft. für Philosophie», B. 1973, N 2, S. 207—219. (Аспекты познавательных процессов в геофизике.)
- Schultz H.** Zur Bedeutung exakter Methoden in den Geowissenschaften (Speziell in der Lagerstättenlehre).— «Ber. Dtsch. Ges. geol. Wiss.», 1968, Bd A13, N 1, S. 93—99. (О значении точных методов в науке о Земле (на примере учения о месторождениях полезных ископаемых).)
- Sciences de la terre et philosophie.**— «Etudes philos.», 1977, N 1, p. 3—100. (Философские проблемы наук о Земле.)
- Sidorenko A. W.** Die Geologie und der wissenschaftlich-technische Fortschritt.— «Zft. angew. Geol.», 1971, Bd 17, N 6, S. 209—213. (Геология и научно-технический прогресс.)
- Spieker E. M.** The nature of geology and its place among natural sciences.— «Trans. N. Y. Acad. Sci.», 1965, vol. 28, N 2, p. 159—169. (Природа геологии и ее место среди естественных наук.)
- Stammberger F.** Die Stellung der ökonomische Geologie im gesellschaftlichen Reproduktionsprozess. Aus Anlass des Erscheinens der «Politischen Ökonomie des sozialismus und ihre Anwendung in der DDR».— «Zft. angew. Geol.», 1970, Bd 16, N 5, S. 217—222. (Положение экономической геологии в общественном процессе производства. В связи с выходом книги «Политическая экономия социализма и ее применение в ГДР».— См.: пер. ГИИТБ СССР № 71/43040).
- Stammberger F.** Wirtschaftsgeologie oder ökonomische Geologie?— «Zft. angew. Geol.», 1968, Bd 14, N 6, S. 323—327. (Промышленная или экономическая геология?)

- Staszewski J.** Le systeme d'histoire de la terre et l'actualisme geologique d'Hugues Kollontay.—*Arch. internat. histoire sci.*, 1965, vol. 18, N 70—71, p. 77—85. (Принципы истории развития Земли и геологический актуализм у Г. Коллонтая.)
- Staszewski J.** System dziejeń Ziemi i aktualizm geologiczny Hugona Kollataja.—*«Kwart. hist. nauki i techn.»*, 1964, sv. 9, N 1, с. 15—41. (Система развития Земли и геологический актуализм Гуго Коллонтая.)
- Sylvester-Bradley P.** Processes of geological evolution.—*J. Geol. Soc.*, 1971, vol. 127, N 5, p. 477—481. (Процессы геологической эволюции.)
- Szadeszky-Kardoss E.** Geonomy and society.—*«Acta geol. Acad. sci. hung.»*, 1973, vol. 17, N 1—3, p. 163—175. (Геонимия и общество.)
- Szarapov J. P.** Idee metageologii.—*«Stud filoz.»*, 1971, N 3, с. 55—61. (Содержание метагеологии.)
- Thesen zu dem Symposion «Determinismus und Gesetzmässigkeit in der modernen Naturwissenschaft»** (11—13 okt. 1962) — *«Wiss. Zft. Humboldt-Univ. Berlin. Math.-naturwiss. Reihe.»*, 1963, Bd 12, N 3, p. 357—364. (Тезисы докладов, представленных на симпозиуме «Детерминизм и закономерность в современных естественных науках».)
- Uniformity and simplicity: a symposium on the principle of the uniformity of nature.** Ed. Albritton C. C. N. Y., 1967. 99 p. (Принцип единообразия и принцип простоты. Симпозиум о принципе единообразия в природе.)
- Vadasz E.** Jegyzetek a földtan dialektikájához.—*«Akad. értesítő»*, 1955, vol. 62, № 514, 1. 361—364. (О роли диалектики в геологической науке.)
- Valach R., Kostak B.** Nahodila stranka geologických jevu.—*«Casop. mineral a geol.»*, 1967, sv. 12, N 4, S. 465—471. (О случайности геологических явлений.)
- Wagenbreth O.** Gesetzmässigkeiten im Entwicklungsgag geologischer Forschung.—*«Wiss. Zft. Hochschule Archit. und Bauwesen Weimer»*, 1965, Bd 12, N 1, S. 7—12. (Закономерность процесса геологического познания.)
- Wagenbreth O.** Struktur und Prozess als dialektische Einheit in der Geologie und ihrer Geschichte.—*«Wiss. Zft. Humboldt Univ. Berlin. Math.-naturwiss. Reihe»*, 1967, Bd 16, N 6, S. 1007—1022. (Структура и процесс в геологии и истории геологии как диалектическое единство.)
- Wagenbreth O.** Über Unschärfebeziehungen in der Geologie.—*«Wiss. Zft. Humboldt-Univ. Berlin. Math.-naturwiss. Reihe»*, 1965, Bd 14, N 4—5, S. 686—692. (О нечетко выраженных связях («отношение перзкости») в геологии.)
- Wagenbreth O.** Zur Frage geologischer Naturgesetze.—*«Ber. Dtsch. Ges. geol. Wiss.»*, 1966, Bd A11, N 3, S. 341—349. (К вопросу о геологических законах.)
- Wagenbreth O.** Zur Wesensbestimmung der Geologie und zur Frage zunehmender Differenzierung der erdgeschichtlichen Phänomene.—*«Wiss. Zft. Hochschule Archit. und Bauwesen Weimar»*, 1968, Bd 15, N 1, S. 81—83. (О предмете геологии и все увеличивающейся дифференциации геологических явлений.)

- Watson R. A.** Explanation and prediction in geology.— «J. Geol.», 1969, vol. 77, N 4, p. 488—494. (Объяснение явлений прошлого и предвидение явлений будущего в геологии.)
- Wegmann E.** Zwischen Felsen und Hypothesen. (Ein Beitrag zur Geschichte der Geologie).— «Mitt. Naturforsch. Ges. Schaffhausen», 1963—1967, Bd 28, S. 211—240. (Между горными породами и гипотезами.)
- Wendt H.** Der Charakter der geologischen Arbeit.— «Ber. Dtsch. Ges. geol. Wiss.», 1968, Bd A13, N 1, S. 137—146. (Характер геологической работы.)
- Wenk H.** Die geologische Abbildung erläutert am Beispiel der Zentralalpen.— «Eclogae geol. helv.», 1966, vol. 59, N 2, p. 777—788. (Геологическое отражение на примере Центральнх Альп.)
- West R.** Paleoeocology and uniformitarianism.— «Compass of Sigma Gamma Epsilon», 1968, vol. 45, N 4, p. 212—218. (Палеоэкология и униформизм.)
- Wickman F. E.** How to express time in geology? — «Amer. J. Sci.», 1968, vol. 266, N 4, p. 316—318. (Как выражать время в геологии?)

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
-----------------------	---

Р а з д е л I

Общие вопросы развития геологической науки в условиях научно-технической революции

<i>А. А. Трофимук</i> , акад. АН СССР. Геологическая наука в эпоху научно-технической революции	10
<i>А. Л. Яншин</i> , акад. АН СССР. Развитие геологии и ее современные особенности	16
<i>И. В. Луцицкий</i> , чл.-кор. АН СССР. Методологические вопросы изучения общего развития неорганической природы Земли	33
<i>Б. С. Соголов</i> , акад. АН СССР. Стратисфера Земли и история жизни	44
<i>В. Н. Сагс</i> , чл.-кор. АН СССР. Этапность развития органического мира в прошлом	54
<i>Ю. А. Косыгин</i> , акад. АН СССР, <i>В. А. Соловьев</i> , д-р геол.-мин. наук. Методологические и теоретические проблемы тектоники	69
<i>В. Ю. Забродин</i> , канд. геол.-мин. наук, <i>В. А. Кулындышев</i> , канд. геол.-мин. наук, <i>В. А. Соловьев</i> , д-р геол.-мин. наук. Естественные тела и проблема объекта в геологии	77
<i>Э. А. Еганов</i> , канд. геол.-мин. наук, <i>А. Г. Чусовитин</i> , канд. филос. наук. Теория отражения и геологии	91
<i>В. Н. Комаров</i> , канд. филос. наук. Современная геология и «геологическая» стадия в эволюции материи	108
<i>А. Л. Симанов</i> , канд. филос. наук. Геологическая форма движения материи в свете данных философии и естествознания	125
<i>Ю. Н. Карогодин</i> , д-р геол.-мин. наук. Систематика наук о Земле (принципы)	131

Р а з д е л II

Проблема времени в геологии и палеонтологии

<i>К. В. Симаков</i> , канд. геол.-мин. наук. Некоторые философские и методологические аспекты теории геологического времени	151
<i>В. И. Жарков</i> , канд. филос. наук. Общие вопросы измерения различных типов времени	182

<u>М. Л. Халфиш</u> , д-р геол.-мин. наук. Дарвинизм, номогенез, международная стратиграфическая шкала (МСШ)	198
Е. А. Елжин, канд. геол.-мин. наук. Номогенез, палеонтология и биохронология	221

Р а з д е л III

Методы геологического исследования

А. И. <i>Анатольева</i> , д-р геол.-мин. наук. Метод актуализма в геологии (на примере изучения красноцветных терригенных отложений)	255
А. Ф. <i>Белоусов</i> , д-р геол.-мин. наук. Системный подход и некоторые методологические проблемы исследования геолого-географических формаций	276
Р. Т. <i>Яровикова</i> , канд. филос. наук. Метод моделирования в исследовании геологического объекта	294
В. С. <i>Сурков</i> , чл.-кор. АН СССР. Геологическая наука и проблема внедрения ее достижения в производство	307
Библиография по философским и методологическим проблемам геологии (1954—1977 гг.)	326

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ

Ответственный редактор
Андрей Алексеевич Трофимур

Утверждено Институтом
истории, филологии и философии
СО АН СССР

Редактор издательства *В. И. Смирнова*
Художник *В. В. Растегаев*
Художественный редактор *В. И. Желнин*
Технический редактор *Т. К. Овчинникова*
Корректоры *Р. К. Червова, М. В. Спиридонова.*

ИБ № 10185

Сдано в набор 05.09.78. Подписано к печати 13.03.79. МН-02225. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага типографская № 2. Обыкновенная гарнитура. Высокая печать. Усл. печ. л. 19,3. Уч.-изд. л. 21,8. Тираж 1550 экз. Заказ № 265. Цена 2 р. 30 к.

Издательство «Наука», Сибирское отделение. 630099, Новосибирск, 99, Советская, 18.

4-я типография изд-ва «Наука». 630077, Новосибирск, 77, Стапиславского, 25.