Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXVII, вып. 2, 1974 г.

ИЗ ИСТОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Действительный член АН СССР Д. В. НАЛИВКИН
(Ленинградский горный ин-т)

Всю жизнь мы решаем геологические проблемы — большие и маленькие, трудные и легкие. Многие из них мы решаем успешно — одну, другую, третью, и нам начинает казаться, мы с удовольствием думаем, что когда-нибудь все геологические проблемы будут решены.

Наш Горный институт существует двести лет. Это большой срок. В течение его геологические науки, преподаваемые здесь, значительно изменились, развились, продвинулись вперед. Значительно изменились и геологические проблемы. Изучение этих изменений показало глубокую ошибочность, методическую неправильность наших надежд на решение всех геологических проблем, стоящих перед нами. Наоборот, стало совершенно ясно, что с каждым десятилетием, буквально с каждым годом, число проблем все увеличивается и увеличивается.

Это неизбежно. Одна из основных тенденций всех наук, в том числе и геологических, это непрерывная дифференциация. Наука или распадается на ряд дочерних наук, или эти науки отпочковываются и сохраняется прародительница и ее ответвления. Каждая наука включает в себя проблемы, и чем больше наук, тем больше и проблем.

Двести лет тому назад, в эпоху организации нашего Института, безраздельно царствовала величественная минералогия. Она была необыкновенна по широте проблем и поразительна по разнообразию состава. Чего только в нее не входило! Однако скоро она начала дифференцироваться, и в числе других наук от нее отпочковалась новая наука — геогнозия. Позднее и она распалась на геологию, палеонтологию и учение о полезных ископаемых. Пятьдесят лет тому назад, когда я учился и начал преподавать, геология уже расчленилась на общую, динамическую, физическую и историческую геологию. Сейчас физическая геология в свою очередь полностью распалась на гляциологию, лимнологию, океанологию, которые уже считаются не геологическими, а географическими науками. Из динамической геологии выделилась новая прогрессивная наука — тектоника. Общая и историческая геология еще преподаются, но в геологической практике, в производственных работах их уже нет. Вместо исторической геологии появились стратиграфия, учение о фациях, палеофаунистика. Возникли комплексные науки, такие, как морская геология, геохронология, метаморфизм; необыкновенное развитие советской геологии послужило основой для появления новой дисциплины — геологии СССР. По сравнению с тем, что было двести лет тому назад, число наук увеличилось в десятки раз. Еще более уве-

личилось число проблем. Одно перечисление их заняло бы несколько страниц. Поэтому мы кратко остановимся только на наиболее интересных и важных из них.

Абсолюты. Под этим названием объединены проблемы, объекты которых не поддаются измерению. Мы рассмотрим только две из них — вечность и бесконечность.

Для нас ясно, что в природе «все течет, все изменяется». Это положение легло в основу диалектического материализма. Изменяются и сами изменения. Иногда они чрезвычайно кратковременны, почти не поддаются измерению. Они длятся тысячные и миллионные доли секунды; они настолько быстры, что кажется — ничего не изменяется, а на самом деле создается новое. Другие изменения настолько медленны, что нам опять-таки кажется, что они отсутствуют. Примером могут служить изменения формы земного шара. Они, конечно, существуют, это ни у кого не вызывает сомнения, но измерить их мы пока не можем, и проблема еще далека от разрешения. В то же время мы ведем оживленные споры в мировой литературе — расширяется ли земной шар или сжимается? Всякое расширение или сжатие, конечно, изменяет форму и размеры земного шара. Эти изменения у геологов не вызывают сомнений, несмотря на то, что они простым глазом невидимы, да и инструментами пока не измерены.

На признании принципа бесконечности построена вся наша обычная геометрия, которую мы учим еще в средней школе. На ней основывается такая наука, как геометрическая кристаллография. Мы изучаем кристаллы, предполагая, что они имеют прямые грани, плоские поверхности, прямые углы, углы в виде точки. Точнейшие измерения гониометром показали, что каждый прямой угол всегда немного меньше или больше 90°. Увеличение в десятки или сотни раз всегда покажет, что любая прямая линия на самом деле более или менее изогнута, а любая плоскость — выпуклая или вогнутая. Каждая точка и линия — это тело, обладающее тремя измерениями. Мы живем в мире кривого. Кругом все изогнуто, но степень изогнутости различна. Иногда она хорошо видима простым глазом, но часто она невелика, простым глазом невидима, — и появляются прямые линии, плоскости, точки. Достаточно взглянуть на них инструментом более совершенным, чем человеческий глаз, чтобы кривизна стала очевидной.

Полное изучение и измерение всех изогнутых, кривых предметов, окружающих нас, представляет затруднения, нередко очень большие. Употребление понятия «бесконечность» позволяет нам избежать этих трудностей и значительно упростить и улучшить наши работы. Все-таки геометрическая кристаллография — это стройная и логичная наука, несмотря на все свои неточности и упрощения.

Да и в житейском отношении мы так привыкли к прямым и плоскостям. Расстаться с ними просто невозможно, да и не нужно.

Но если придется проводить существенно более точные и полные исследования хотя бы тех же кристаллов, то здесь термины «прямая», «плоскость», «точка» должны быть устранены. В природе нет ни прямых, ни плоскостей, ни перпендикуляров.

Астропроблемы. Вторая группа геологических проблем связана с Землей как астрономическим телом. Эти проблемы появились совсем недавно, в связи с появлением новой науки. Она еще не имеет установившегося названия; чаще всего ее называют астрогеологией. Некоторые из астропроблем по своему объему и значению не уступают абсолютам, например, периодичность. Еще большее значение имеет проблема времени — абсолютного и геологического.

Периодичность наблюдается везде, в самых разнообразных геологических явлениях: она связана с промежутками времени самых различных размеров, начиная с миллиардов лет в докембрии и кончая сезонной — в антропогене. Закономерности в ее проявлениях изучены недостаточно. Еще меньше знаем мы об ее причинах.

Каждое геологическое явление длится определенный промежуток времени, но время изменяется, как и все в природе. Нет сомнения, что время в докембрии было иное, чем в палеозое, а в палеозое — иное, чем в кайнозое. Но знаем об этом мы чрезвычайно мало, а в наших геологических построениях — совсем не учитываем.

Чрезвычайно важна проблема несоответствия абсолютного времени и геологического, основанного на скорости седиментации. Обычно длительность абсолютного времени приблизительно в десять раз больше седиментационного времени. Геохимики дают столько времени, что девять десятых его геологи не знают куда девать. А эти девять десятых измеряются сотнями тысяч и миллионами лет, а в докембрии — миллиардами лет.

Промежутки времени, соответствующие определенным явлениям, в антропогене одни, в кайнозое, мезозое и палеозое — другие, в докембрии — третьи. Поэтому все более и более поддерживается предложение в антропогене употреблять одни стратиграфические подразделения, в мезозое, кайнозое и палеозое — другие, применяющиеся в настоящее время, а в докембрии — третьи, новые, так же, как и в антропогене. Вероятно, это предложение будет принято.

В связи с временем стоит и проблема стратиграфических перерывов, наблюдающихся по всему земному шару и в течение всех периодов. Если стратиграфические подразделения мы знаем довольно хорошо, то перерывы почти не изучены. Почти нет данных об их длительности, а есть пока только предложения вместить в перерывы те девять десятых абсолютного времени, которые геохимики любезно дают стратиграфам. И это предложение совершенно неясно. Есть все основания считать, что в ближайшем будущем на изучение перерывов будут направлены значительные силы и средства, так как с ними связана промышленная концентрация ряда полезных ископаемых.

О времени можно говорить еще очень много. Даже сама проблема абсолютного возраста далеко еще не выяснена. Целый ряд важных вопросов вызывает оживленные споры. Тем не менее громадное значение дат абсолютного возраста бесспорно.

Среди других астрогеологических проблем особенно важно геологическое действие вращения Земли. Вращение Земли порождает образование громадных, невероятных количеств энергии. Точных подсчетов пока нет, но то, что вращение Земли вызывает все течения в океанах, бесспорно, а заставить двигаться хотя бы такое мощное течение, как Гольфстрим, может только очень большое количество энергии. Оно настолько велико, что, безусловно, должно оказывать влияние и на твердую кору Земли. Формы этого влияния еще мало изучены. К сожалению, нередко преобладают предположения и построения, а конкретных данных и точных расчетов еще мало.

Притяжение Земли проявляется везде и всюду. Благодаря ему все предметы в нашей природе более или менее изогнуты. Тем не менее и оно почти не изучено и конкретных данных о нем очень мало.

С притяжением Земли, вероятно, связан закон размеров. Он заключается в том, что все предметы и явления на земле имеют определенные размеры и определенные пределы для своего роста. Сколько бы ни росло дерево — выше определенной высоты оно не вырастет. Деревьев

в 500 *м* высотой не бывает. Такие же пределы роста имеют все животные. Не бывает и людей высотой в десятки метров. Закон размеров распространяется и на все геологические явления. Предельные размеры имеют все тектонические структуры, мощности любых отложений, высоты гор, глубины морских впадин. Весьма вероятно, что закон размеров распространяется и на залежи полезных ископаемых. Причины закона размеров, его закономерности почти не изучены, да и самый закон мы часто забываем.

Других астропроблем очень много. Большинство из них мы пока не знаем, но и то, что известно, весьма существенно. Достаточно назвать такие проблемы, как изменение положения земной оси, оледенения, палеомагнетизм.

Третью группу проблем можно назвать глобальной. Она включает в себя проблемы, охватывающие весь земной шар или значительные части его и связанные только с ним самим.

На первом месте по значению и разнообразию стоят тектонические проблемы, необыкновенно многочисленные. Среди них можно назвать механизм разломов, их типы и возраст, затем образование складчатых структур. Своеобразна и нова проблема гигантских оползней, тесно связанная с тектоникой. Все больше и больше внимания привлекают рифтовые структуры и пояса и неразрывно связанные с ними блоковые движения — поднятия, опускания и надвиги. По-прежнему изучаются геосинклинали, но уже более критически и в связи с проблемой тектоники ложа океана.

Из частных вопросов очень важно определение возраста разломов и показ его на картах. До сих пор разломы показываются на геологических и тектонических картах так же примитивно и неточно, как это делалось более полустолетия тому назад. Необходимо показывать разломы, имеющие промышленное значение, — рудоносные, гидротермальные и нефтегазопроводящие. Особенно важно делать это на детальных картах рудных месторождений.

Исключительно интересны и важны гигантские оползни. Их нередко называют гравитационными надвигами. По горизонтально лежащим неогену и антропогену ползут массы складчатого и разорванного палеогена и мезозоя, а иногда целые массивы палеозоя и докембрия. Характерной особенностью их является полное отсутствие метаморфизации аллохтона и автохтона. Как пример можно привести зилаирский синклинорий на западном склоне Южного Урала. Это гигантская структура шириной до 30—40 *км* и длиной свыше 300 *км*. Основная масса сползшего покрова состоит из мощной, пластичной песчаниково-сланцевой континентальной зилаирской свиты фаменского и нижнекаменноугольного возраста. Вместе с ней оторвались и сползли толщи средне- и нижнедевонского возраста, силура и даже ордовика. Мощные рифовые герцинские массивы, обнажающиеся далеко на западе, в долинах Большого и Малого Ика, представляют часть покрова, сползшего с центральной части Урала. Бурение, проведенное башкирскими нефтяными организациями по западной окраине покрова, в ряде пунктов вскрыло под ним нормально залегающие верхнепалеозойские отложения. Вскрыты они и под герцинскими рифовыми массивами. На геологических картах зилаирский покров (гравитационное смещение) резко выделяется в виде бесструктурного коричневого пятна. Это пятно по тектоническому контакту перекрывает уходящие под него нормально складчатые, узкие, линейно вытянутые полосы верхнего и среднего палеозоя.

Еще большего развития гравитационные надвиги достигают по западной и северной окраинам Карпат, где их обычно называют шарь-

яжами. По размерам они похожи на настоящие шарьяжи, но по строению резко отличаются от них и, главное, не сопровождаются метаморфизмом. Мне пришлось их изучать на месте, в пределах Малых Карпат к северу от Братиславы, по северному склону Карпат к югу от Кракова и в Украинских Карпатах, в скибовой зоне. Аналогичные надвиги развиты в ряде районов по северному склону Кавказа. Наконец, Крымский сброс на южном берегу представляет собой гравитационное смещение под водой. Близкие к указанным гравитационные надвиги развиты вдоль северного склона хребтов Северного Тянь-Шаня, которые ранее описывали как шарьяжи. Здесь в состав сползших покровов входят палеозойские и докембрийские массивы.

Мы только начинаем понимать гравитационное происхождение многих надвигов. Нет сомнения, что они широко распространены в отложениях различного возраста. Везде, где были блоковые поднятия с крутыми, обрывистыми склонами, у их подножия были и гравитационные надвиги. Изучение их — дело будущего. Нельзя забывать, что в структурах, ими созданных, в Карпатах найдены нефть и газ.

Проблема рифтов неожиданно получает все большее и большее значение глобального порядка. С ней неразрывно связана проблема разломов, так как разломы представляют важнейшую составную часть рифтовых структур. Неожиданно некоторые геосинклинали оказались системами рифтовых структур — например, Уральская геосинклиналь. Даже такая громадная геосинклиналь, как Средиземноморская, оказалась в основном состоящей из рифтовых впадин и поднятий. Обычно считается, что рифт — это впадина, но точный смысл названия — «разорванность», что-то разорванное. А в результате разрыва могут быть и бывают не только опускания, но и поднятия. Нередко те и другие связаны друг с другом, идут параллельно. Алакуль, Балхаш, Арал, Северный Каспий, Черное море образуют систему рифтовых впадин. Весь Тянь-Шань — это рифтовые поднятия, идущие параллельно впадинам. Возможно, что и Главный Кавказский хребет образован в большей степени альпийскими блоковыми поднятиями, чем альпийскими складками, и по существу является системой рифтовых поднятий.

Посередине Атлантического океана проходит мощный горный хребет. Рифтовый характер его сейчас защищается многими геологами. Интересно, что этот хребет огибает Африку, уходит в западную часть Индийского океана и неожиданно заканчивается рифтовой впадиной Красного моря.

Изучение распространения рифовых массивов верхнеюрского и нижнемелового возраста в северной части Средиземноморской геосинклинали показало, что образование этих массивов происходило в длинных и узких (десятки километров) впадинах рифтового характера и что рифтовые впадины и поднятия слагают северную часть Средиземноморской геосинклинали на громадном протяжении: от Балкан и Карпат, через Крым и Кавказ до Копет-Дага, Гиссарского хребта и Памира.

Все это делает проблему геосинклиналей особенно острой. Сейчас мы видим, что моря, заполнявшие геосинклинали, никакого отношения к океаническим бассейнам не имели. Это типичные эпиконтинентальные водоемы, у которых не было ни шельфа, ни континентального склона и тем самым — абиссальных областей.

Исключительно интересны взаимоотношения геосинклиналей и ложа океана. Западный конец Средиземноморской геосинклинали, начиная от Пиринеев и кончая Атласом, срезан ложем Атлантического океана. Несколько севернее это ложе срезает герцинские структуры

Средней Европы, а еще севернее — каледонские структуры Шотланд и Норвегии.

Горные хребты, слагавшие геосинклинали, доходят до берега оке на, срезаются им и дальше на дне океана не продолжаются. Рель ложа океана и его геологическое строение резко отличны от рельеф и строения геосинклиналей. Что сделалось с последними? Куда они д девались? На эти интереснейшие вопросы мы пока ответить не може Существует ряд предположений, но все они требуют дальнейших док зательств, более полного обоснования.

К числу этих предположений относится проблема дрифта контине тов. Выдвинутая довольно давно, она незаслуженно была почти забы но в последние годы опять получила большую популярность. Мног геологи, ранее отрицавшие передвижение континентов и островов поверхности земли, сейчас стали ярыми сторонниками его. Всю сво жизнь я считал, что массивы материков и островов не только подним ются и опускаются, но и движутся в горизонтальном направлени Прошло уже несколько десятилетий, но до сих пор многое остает неясным и спорным. Появление все большего числа сторонников дри та — выдающихся геологов, занимающихся сейчас его изучением, п зволяет надеяться, что в ближайшем будущем многое станет ясны и бесспорным.

В числе других глобальных проблем достаточно назвать метамо физм, глубинное тепло, верхнюю мантию, границы геологических с стем, закономерности развития органического мира и связь их со страт графией, чтобы стало ясно их разнообразие.

Проблемы материков и морей образуют четвертую гру пу. Среди них быстро и мощно выдвигается на первое место морск геология. Проблемы, связанные с ней, делятся на две группы — шел фовую и океаническую. Проблемы шельфа — это, по существу, пробл мы материка, покрытого слоем воды мощностью не более 200—400 . Они бесконечно разнообразны и многочисленны, особенно проблем полезных ископаемых. Изучение их только начинается, сравнительн легко доступно и исключительно перспективно. Любому студенту-ге логу можно посоветовать специализироваться по геологии шельф Выбор работы всегда будет большой и разнообразный.

Проблемы ложа океана крайне своеобразны, интересны и важн Они почти не изучены, но ложе океана скрыто под 3000—5000 *м* вод и доступно только дорогостоящим экспедициям и аппаратам. В это отношении на первом месте безраздельно (надеюсь, пока) стоят Соед ненные Штаты. И у них таких экспедиций была только одна, но резул таты, которые она дала, поразительно интересны в научном отношени Месторождений полезных ископаемых она не открыла, хотя надежд на нефть еще не потеряны.

В пределах шельфа открыто за последние десятилетия мно новых крупных месторождений нефти и газа, усиленно эксплуатиру щихся; достаточно назвать дно Северного моря, побережье Каспи у Баку и ряд участков побережья Соединенных Штатов Америки.

Тот факт, что геологи стали искать нефть на дне моря, показывае на суше начались затруднения с поисками новых месторождений. Запа сы старых быстро истощаются, особенно при современном расточител ном сжигании нефти. Народы еще не поняли, что нефть и газ — эт ценнейшее химическое сырье, замена которого почти невозможна, а ле через 50 запасы его резко сократятся. Нефть уже пора беречь и зам нять ее энергию энергией внутреннего тепла Земли.

В связи с этим проблема внутреннего тепла приобретает особое значение, а лет через двадцать станет первостепенной. Поэтому уже сейчас на нее начинают обращать внимание. С каждым годом это внимание будет так же быстро возрастать, как внимание к морской геологии. Нет сомнения, что скоро появятся институты внутреннего тепла и ряд производственных учреждений. Молодым, начинающим геологам можно рекомендовать специализацию в этой исключительно перспективной области.

Проблемы глубокого бурения тесно связаны с проблемами внутреннего тепла Земли, с поисками нефти и газа, с изучением верхней мантии. Быстрое и значительное развитие бурения не вызывает сомнения, и поэтому специалисты по глубокому бурению становятся все более и более необходимыми.

Проблемы полезных ископаемых бесчисленны и разнообразны. Мы остановимся только на двух из них — осадочных месторождениях металлов и органометаллических соединениях. Не все знают, что в СССР 75% всех известных запасов металлов находятся в осадочных месторождениях и только четверть — в магматических, и в то же время последние привлекают к себе такое внимание, как будто содержат не 25, а минимум 80% ресурсов. Ими восхищаются, о них пишут книги, за их открытие награждают, а осадочные месторождения, гораздо более ценные, находятся в забвении. К сожалению, это забвение простирается и на их изучение и поиски, хотя перспективы, безусловно, очень велики. Нет сомнения, что полное, исчерпывающее, целеустремленное изучение всех озерных и особенно болотных отложений, современных и ископаемых, откроет ряд ценнейших месторождений самых различных металлов, начиная с алюминия и кончая редкими металлами.

С осадочными рудами тесно связаны и органометаллические соединения, пока изученные недостаточно. Вообще связь органики с концентрацией и выделением из растворов металлов несомненна и заслуживает более полного и всестороннего освоения.

Природа выдвигает перед нами многочисленные проблемы. Однако мы не должны слепо хвататься за каждую из них. Наша обязанность выбрать важнейшие и решать в первую очередь те, которые наиболее необходимы для социалистического строительства.