

606

**Б. М. ЧИКОВ**

**ОСНОВЫ  
МЕТОДОЛОГИИ  
ТЕКТОНИЧЕСКОГО  
РАЙОНИРОВАНИЯ**



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
«НАУКА»  
СИБИРСКОЕ  
ОТДЕЛЕНИЕ

1985

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

---

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ  
ВЫПУСК 606

---

Б. М. ЧИКОВ

ОСНОВЫ  
МЕТОДОЛОГИИ  
ТЕКТОНИЧЕСКОГО  
РАЙОНИРОВАНИЯ

Ответственный редактор  
д-р геол.-мин. наук *В. А. Соловьев*



НОВОСИБИРСК  
ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
1985

**Чиков Б. М. Основы методологии тектонического районирования.**— Новосибирск: Наука, 1985.

В монографии тектоническое районирование рассматривается как совокупность научных методов и теоретическое средство исследования строения и развития земной коры. Охарактеризованы главные достижения, тенденции и перспективы в области тектонического районирования и тектонической картографии с конца прошлого века до начала 80-х годов XX в. Выделены методологические направления, сущность и оригинальные систематики научных принципов и научных методов тектонических исследований, в том числе районирования; формулируются общие положения современных теоретических концепций геотектоники (геосинклиналей, литосферных плит, стадийности формирования континентальной коры и др.), определяющих пути совершенствования тектонического моделирования; обсуждаются вопросы построения общей и частных теорий районирования.

Для геологов различных специализаций и специалистов, занимающихся вопросами методологии науки, а также для студентов, аспирантов и преподавателей вузов.

Рецензенты *А. М. Боровиков, П. П. Кузнецов*

Прежде чем приступить к изложению предмета, указанного в названии книги, мне хотелось бы обратить внимание читателя на некоторые особенности ситуации, сложившейся в области районирования геологического пространства, в частности в тектоническом районировании. Начать, по-видимому, следует с того, что есть наука геотектоника, есть объект исследования, есть «учения», «представления», «закономерности» и т. п., но ...нет сформулированных теорий, позволяющих оптимально направлять исследовательскую деятельность. Именно это заставило меня обратиться к методологии научного знания в надежде добиться хотя бы относительной ясности в проблеме, разработка которой продолжается уже более столетия.

Исследование основ методологии той или иной отрасли знания — это попытка профессионала взглянуть на предмет его научных интересов как бы со стороны и оценить продуктивность своей деятельности. Здесь уместно вспомнить В. И. Вернадского, чей авторитет методолога геологии очень высок: методологические проблемы неизбежно затрагивают всех специалистов без исключения, и каждый исследователь должен иметь о них точное представление, иначе он не может быть самостоятельным работником даже в узкой области своей специальности.

К методологии предметной области знания относится все то, что позволяет исследовать структуру конкретной науки и совершенствовать ее с целью получения нового научного знания. Вместе с тем значение методологического исследования часто недооценивается: можно встретить и полное отрицание специалистами ее роли при совершенствовании избранной науки (это же философия!), и молчаливое игнорирование ее, и даже некоторое кокетство незнанием методологических проблем своей отрасли, что уж никак не украшает исследователя! Я уверен, что методология — не лекарство от всех бед геотектоники, но она представляет собой одно из важнейших средств, позволяющих обнаружить несовершенства и наметить пути прогресса, увидеть пустоту там, где она рядится в парадные одежды «закономерностей».

В последние годы в исследовании методологии научного знания намечались существенные успехи, проблемы логики науки



все больше привлекают внимание специалистов-естественников. Все это дает возможность и геологам осознать состояние помологической базы тектонического районирования, которое можно представить и как метод теоретической тектоники, и как самостоятельную дисциплину (см. гл. I, § 1).

Шутливое изречение Э. Резерфорда: «Из всех наук существует только физика, затем химия, являющаяся разновидностью физики, и, наконец, коллекционирование марок», по-видимому, имеет в основе профессиональную гордость ученого, но не более соответствует истине, чем полнота перечисленных им дисциплин. А. Франс говорил, что наука непогрешима, но ученые постоянно ошибаются. Рискуя ошибиться, «примиримся» с существованием множества наук и с необходимостью осмысливания и совершенствования даже их частных разделов.

Цель нашей работы — обобщить результаты и провести методологический анализ современного состояния, теоретических основ и наиболее важных методологических проблем тектонического районирования. При этом будут рассмотрены вопросы, решение которых, как мне представляется, имеет значение и при поисках путей совершенствования геотектоники в целом. Предпосылкой такого методологического анализа послужило то, что уже существуют прекрасные обобщения прежде всего в виде тектонических карт, сопровождаемых объяснительными записками. Чрезвычайную ценность имеют специальные труды Н. С. Шатского, А. А. Богданова, Б. П. Бархатова, Ю. А. Косыгина, В. А. Соловьева, Т. Н. Спикарского и многих других исследователей, а также материалы многочисленных совещаний по проблемам районирования геологического пространства.

Основные положения монографии опираются на обобщение данных и сравнительный анализ материалов тектонического районирования и тектонической картографии за большой период времени (с конца прошлого столетия до наших дней). Необходимо ли это? Как сказал адмирал и ученый С. О. Макаров, обобщать никогда не поздно; эта мысль остается вполне современной. Периодические обобщения опыта и знаний о строении и геологическом развитии того или иного региона позволяют «остановиться и оглядеться» на новом уровне. А если учесть, что оптимальной формой такого синтеза является тектоническая карта, то необходимость обобщения результатов и анализа принципов тектонического районирования становится совершенно очевидной.

Каждое обобщение преследует определенную цель, не всегда совпадающую с целью предшествующего. И тем более ценность его многократно возрастает, если оно проводится впервые. Благодаря ему любой научный факт, опыт или результат исследования находят (или уточняют) свое место в системе знания. Обобщение позволяет сравнивать и оценивать аналогичные явления, а также предвидеть множество других, новых. Следовательно, ценность обобщения определяется прежде всего возможностью выявления аналогий и элементом предвидения. Минимальная польза обоб-

щения — повышение квалификации его автора. Но не надо забывать, что в наше быстротечное время возможность обобщать находят далеко не все специалисты, стремящиеся к самоусовершенствованию. Поэтому автор надеется, что его труд будет полезен и его коллегам.

В свете общей тенденции к совершенствованию теоретических основ геологии, стремления к алгоритмизации процесса научного исследования особое значение приобретают работы, в которых анализируются исходные высказывания, эмпирические закономерности, классификации, научные методы и т. п. Такой анализ привлекает внимание к вещам традиционно бесспорным, открывая подчас, наряду с фундаментальными истинами, новые области погрешностей.

В общем случае научные принципы — это система понятийно-номологических высказываний, определяющая содержание предметной области знания и регулирующая начальные установки исследовательской деятельности. Очень часто основополагающие высказывания не имеют «солидного» вида, а их кажущаяся простота вызывает естественную реакцию: «это же тривиально!». Понятные с точки зрения здравого смысла положения мы порой не стремимся строго формулировать, а это оборачивается большими неприятностями. Один из парадоксов тривиальности заключается в том, что даже самые общие, понятные научные высказывания, представленные нестрого, разные исследователи понимают неодинаково. Отсюда все последующие построения могут быть по крайней мере неоднозначными.

А. Пуанкаре [1983] подметил, что даже в началах арифметики в доказательствах наиболее элементарных теорем древние авторы классических сочинений обнаружили меньше всего точности и строгости. Он объяснял это тем, что наука раньше не была подготовлена к математической строгости и классики считали необходимость исследования тривиальных положений «пустыми и скучными тонкостями».

Обратитесь к своей собственной деятельности: как вы относитесь к очевидным вещам? Принимаете как должное. Но ведь очень часто это фундаментальные, устойчивые связи и отношения! Приходится с сожалением писать: фундаментальные связи геологических объектов не всегда анализируются надлежащим образом. Об этом хорошо говорил Ю. С. Салин [1979, с. 38]: «Если геолог в своей работе сталкивается с многократно повторяющейся связью объектов, свойств или явлений, он обычно принимает эту связь как нечто само собой разумеющееся и не заслуживающее даже упоминания. Фундаментальные связи квалифицируются при этом как слишком простые, как «прописные» истины. Формулируются и обсуждаются гораздо менее бесспорные, незакономерные связи». Отсюда возникает еще один парадокс тривиальности: на практике «законами, которые сформулированы, не пользуются, а законы, которыми пользуются, не сформулированы» (Там же).

Чем же отличается проблема исходных (начальных) принципов науки от совершенно правильного и неоднократно обсуждавшегося ранее вопроса о необходимости упорядочить терминологию? Термины — это слова, которыми мы выражаем определенные понятия. И говоря о несовершенстве терминологии мы чаще всего имеем в виду необходимость улучшить всю систему научных понятий. Уделяя внимание научным принципам, я прежде всего выделяю исходные понятия, своего рода аксиоматическую систему, правда, достаточно широкую. Методологически это подход к той же «больной» проблеме геотектоники, но с несколько иных позиций. Представляется важным начинать с выделения и анализа исходных высказываний, определяющих позицию исследователя при выборе и решении научной задачи. Формулируя результаты своей работы, мы не должны забывать, что этот результат, в свою очередь, может быть исходным принципом последующих работ. Отсюда неявное и несовершенное представление научного результата — гарантия слабой эффективности исследования. История науки дает многочисленные примеры этому даже по отношению к некоторым выдающимся достижениям, пребывавшим в неизвестности долгие годы.

Наименее разработанные разделы многих геологических дисциплин, в частности геотектоники, — те, что посвящены методам исследования. Из учебника в учебник кочуют слова о наблюдении, описании, актуализме и пр., упоминаются генетический, историко-геологический, сравнительный и другие способы исследования. Но почему-то (наверное, из-за кажущейся очевидности?) считается почти неприличным раскрывать содержание этих методов, выявлять их логическую основу, указывать последовательность процедур. Это и понятно: в иных случаях четкие формулировки вскрывают несовершенство общепринятых представлений и традиционных методов. Мы привыкли ссылками на известные имена подменять сущность эмпирических законов, блеском авторитетов прикрывать пробелы наших знаний или примером составления тектонических карт «доказывать» обоснованность метода исследования. И при этом забываем (или делаем вид, что забываем) — звучный термин, крепкая традиция, «великие имена довольно часто, увы, прикрывают великое невежество»\*. Отсюда следует одна из основных задач предлагаемой работы: исследование методических основ и отдельных способов решения частных задач тектонического районирования.

Современные программы высшей школы предусматривают изучение основ весьма ограниченного количества методов тектонических исследований. Даже в специальных курсах геотектоники лишь упоминаются либо в самом общем виде представлены методы анализа фаций и мощностей, формаций, перерывов и несогласий, палеотектонических реконструкций, некоторые методы структур-

---

\* Залманов С. А. Тайная мудрость человеческого организма. М.—Л.: Наука, 1967, с. 81.

ного анализа и интерпретации геофизических материалов, и то, по-видимому, благодаря частичной реализации прекрасного замысла в виде двухтомника «Методы изучения тектонических структур» [1960, 1961].

В то же время тектонических методов исследования великое множество. Благодаря им получена колоссальная информация о строении и эволюции земной коры, выявлены фундаментальные геологические закономерности. Остается лишь сожалеть, что многие научные результаты гигантской работы подчас обесцениваются лишь потому, что остается неясным, каким образом они получены; иными словами, был ли метод строго научным. С несовершенством геологических методов многие исследователи связывают расплывчатость выводов, многозначность принципиальных высказываний и представлений о весьма сложном объекте геотектоники.

Можно и по-иному подойти к проблеме: не методы плохи, а неудовлетворительно их описание, как и сама процедура использования того или иного из них. Не часто приходится встречать тектонические работы, безупречные в методическом отношении, т. е. работы, в которых формулировался бы выбранный метод, соблюдалась бы последовательность операций, были бы документально зафиксированы промежуточные результаты, определялась бы любым способом точность или погрешность конечного результата, и т. п. Чаще всего метод указывается самим принципом («возраст складчатости») и существует сам по себе (излагается содержанием работы), а исследователь плывет по воле воображения или действует по «логике геологической реальности», вспоминая о методе лишь тогда, когда необходимо обосновать интуитивно полученный результат.

По-видимому, понятие «прогресс науки» даже в частных проявлениях включает и накопление научных истин, и открытие новых фундаментальных фактов, порождающих новые гипотезы, и разработку методов исследования, и последовательную смену одних парадигм другими, более совершенными, и развитие формально-логических основ научных теорий. На различных этапах развития знания существенно меняется роль этих факторов. И одной из главных задач методологии конкретной науки является определение ситуации, выделение проблем, которые будут способствовать выбору оптимального пути развития этого знания.

Автор отдает себе отчет в том, что удачно сформулировать основы методологии тектонического районирования — задача с первого раза труднодостижимая. Для этого нужны будут новые, более совершенные попытки.

Доброжелательное отношение рано ушедшего из жизни К. В. Боголепова, консультации, внимание и поддержка О. А. Вотаха, С. С. Розовой, В. А. Соловьева и А. Л. Яншина, действенная помощь моих коллег по лаборатории тектонического моделирования — все это способствовало завершению предлагаемой читателю работы. Автор считает приятным долгом выразить признательность всем лицам, причастным к подготовке рукописи к печати.

## ГЛАВА I

### ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Знание некоторых принципов с лихвой покрывает незнание некоторых фактов.

*Гельвеций*

Определяйте слова, и вы избавите мир от половины его заблуждений.

*Р. Декарт*

#### § 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ РАЙОНИРОВАНИЯ

Несмотря на широкое распространение тектонических карт, отражающих в значительной степени сущность и результаты тектонического районирования, однозначно ответить на вопрос, что такое тектоническое районирование (без предварительного его обсуждения), весьма непросто. И не только потому, что в представлениях специалистов существуют значительные разногласия. Затруднения возникают не только из-за сугубо индивидуального подхода каждого исследователя к проблеме, но и из-за тесной взаимосвязи понятий «тектоническое районирование» и «тектоническая картография», что иногда приводит к их отождествлению.

Что такое тектоническое районирование? Каковы его основные цели и задачи? Если обратиться к специальной литературе, то из числа наиболее полных определений можно назвать такие:

«частный случай элементаризации статического геологического пространства», который сводится к выделению структурных элементов осадочной оболочки Земли [Косыгин, 1974, с. 128];

моделирование геологического пространства на основе выделения крупных геологических тел, которым сообщаются вещественные и геометрические характеристики; главной задачей полагается «группирование мелких тел, объединяемых по некоторому свойству в более крупные» [Борукаев, Парфенов, 1972, с. 56—58];

процедура, предшествующая составлению тектонических карт и заключающаяся в «подразделении той или иной территории на тектонические регионы, характеризующиеся определенной структурой и комплексами магматических, метаморфических и осадочных тел» [Спижарский, 1973, с. 27].

А. Д. Архангельский, Д. В. Наливкин, М. М. Тетяев, Н. С. Шатский и другие исследователи, составлявшие первые тек-

тонические схемы районирования крупных территорий, главную задачу видели в выделении регионов с различной геологической историей. Они пытались учесть всю совокупность геологических процессов [Наливкин, 1933, с. 35], а также особенности исторического развития структурных связей, их взаимоотношений и изменений [Тетяев, 1933, с. 33]. И сейчас к числу основных целей тектонического районирования обычно относят выделение крупных геологических тел [Хайн, 1973; Косыгин, 1974] и районов [Спижарский, 1973], «изучение пространственного расположения структурных форм и их истории» [Белоусов, 1975, с. 7].

Тектонические районы, тела и структурные формы выделяются различными способами. Например, Т. Н. Спижарский [1973, с. 28] так определил три основных подхода к тектоническому районированию: выделение разновозрастных областей складчатости «по времени, когда происходят качественные изменения в тектоническом режиме, под воздействием которого эти регионы развиваются — это районирование по возрасту складчатости»; районирование по особенностям строения региона, которое «определяется тектоническими режимами, проявляющимися в течение всей истории развития региона с момента его возникновения»; «выделение региональных подразделений по особенностям слагающих их формаций», когда в качестве исходного утверждения используется представление о парагенетических ассоциациях пород, или формациях, причинно связанных с теми или иными тектоническими движениями. По-видимому, указанные подходы являются основными, но не исключают и другие способы районирования — по характеру и возрасту деформаций отложений, типам земной коры, интенсивности современных тектонических процессов и пр. В зависимости от целей районирования, а также личных склонностей исследователи отдают предпочтение тому или иному подходу.

Как уже отмечалось, Ю. А. Косыгин [1974] представляет тектоническое районирование как частный случай элементаризации статического геологического пространства, при котором учитываются петрографический состав геологических тел, их размер, форма, способ сочетания и характер нарушений границ (дислокации). Определяя перечисленные свойства как структурно-вещественные признаки, он указывает, что способ тектонического районирования по этим признакам используется наиболее широко и позволяет выделять структурные этажи, структурно-вещественные комплексы, а также геосинклинальные и платформенные области с их подразделениями. В соответствии с этим представлением, распространяемым и на районирование по возрасту складчатости, Ю. А. Косыгин [1974, с. 129—132] сформулировал следующие руководящие принципы тектонического районирования:

*специализации:* все границы между выделенными при районировании элементами должны иметь одну и ту же геологическую природу, т. е. определяться по фиксированному списку свойств;



*соразмерности*: структурные элементы районируемого геологического пространства должны выделяться в определенном диапазоне размеров (градаций). На тектонических картах должна находить отражение иерархия структурных элементов;

*целесообразности*: необходимо выбирать такой делящий признак (или список признаков), который обеспечил бы тектоническое районирование, наиболее отвечающее задачам исследования;

*однородности описания*: для каждого выделяемого элемента должны быть охарактеризованы одни и те же структурные и вещественные свойства с равной точностью и степенью детальности.

Сформулированные принципы — удачная попытка определения некоторых основ тектонического районирования и картографии. Совершенно справедливо Ю. А. Косыгин подчеркивает (и показывает на примере опубликованных карт), что несоблюдение этих принципов ведет к серьезным погрешностям. По-видимому, с приданием формулировкам большей степени общности они могут быть руководящими и при других способах районирования и тектонической картографии (см. гл. I, § 2). Вместе с тем даже этот, возможно, наиболее разработанный способ тектонического районирования не может обеспечить надежности и однозначности моделирования в связи с отсутствием точных правил выделения геологических формаций и формационных комплексов, неразработанностью критериев их характеристики и неоднородностью ограничений формационных тел.

Все сказанное позволяет заметить, что в целом, несмотря на употребление разных терминов («выделение», «элементаризация», «разделение», «группирование», «моделирование» и пр.), тектоническое районирование рассматривается в качестве одного из основных методов геотектонических исследований. В этом смысле его можно представить как *совокупность методов расчленения геологического пространства в соответствии с характером изучаемой неоднородности, выбранной систематикой геологических тел и с соблюдением правил полного (без остатка) деления этого пространства, непересечения границ и характерности свойств выделяемых элементов*. Эта совокупность методов ориентирована на совершенствование модельных построений, повышение их универсальности, формализованности и адекватности целям исследования. Иными словами, это средство выделения, описания и объяснения изучаемого явления.

В конкретных случаях процедура тектонического районирования должна включать: формулирование цели и задач с указанием исходных положений, или начальных условий, а также ожидаемого результата; выбор системы рассуждений и конкретных методов районирования; решение поставленных задач в требуемом виде; проверку соответствия решения фактическому материалу.

Но, учитывая методологическую направленность нашей работы, мы вправе представить тектоническое районирование и в качестве обособленной дисциплины, или самостоятельного раздела геотектоники. Такой прием позволяет абстрагироваться от специализированных задач тектонической картографии, более полно проанализировать теоретические основы районирования, в частности выделить его научные принципы и методы. Представляют интерес методологический анализ путей совершенствования этой дисциплины (предсказание изменения предмета познания), а также анализ результатов, которые могут быть полезны для других дисциплин (металлогении, палеотектоники и пр.). С другой стороны, в тектонических построениях наряду со специальными положениями широко используются результаты смежных дисциплин: геофизики, магматической геологии, петрологии, литологии и др. Обоснование теоретических основ тектонического районирования позволяет использовать научные разработки других дисциплин, «не вникая в каждом отдельном случае в решение конкретной познавательной задачи, а тем более в детали соответствующей теории» [Быков, 1974, с. 189].

Рассматривая тектоническое районирование как самостоятельную дисциплину в рамках геотектоники, мы должны ясно представлять его основу. *Объектом* тектонического районирования является осадочно-метаморфическая оболочка Земли преимущественно до глубин, ниже которых существующими методами не обнаруживаются латеральные неоднородности (10—12 км), а совокупность представлений о строении, условиях формирования и эволюции системы тектонических элементов этой оболочки относится к *предмету* тектонического районирования. Система основных понятий поможет сконцентрировать внимание на структурно-формационной характеристике разноранговых геологических тел, условиях их залегания и распределении в пространстве. Основные *цели и задачи* тектонического районирования определяются необходимостью моделирования заданного геологического пространства или его расчленения с выделением элементов определенной тектонической систематики и выявлением структурных связей между ними. При этом используются главным образом *методы* разделения и корреляции геологических тел во времени и пространстве, наиболее конкретно представленные приемами тектонической картографии. В качестве *средств* в тектонического районирования выступают научные принципы и эмпирические закономерности геотектоники, логические суждения, идеи и гипотезы.

## § 2. ИСХОДНЫЕ ПРИНЦИПЫ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

Слово «принцип» в геологической литературе используется очень часто, особенно в работах, посвященных тектоническому, металлогеническому и другим видам геологического райони-



рования. К сожалению, не всегда содержание этих работ позволяет определить, что же иные авторы постулируют или какой смысл вкладывают в понятие, обозначаемое термином «принцип». Создается впечатление, что используется оно весьма свободно. Например, к принципам тектонического районирования относят: утверждения типа «принцип возраста завершающей складчатости» [Шатский, Богданов, 1957; Яншин, 1965б]; перечень основных видов выделяемых на картах тектонических элементов вместе с их содержательным описанием [Шатский, Богданов, 1957; Тектоническая карта..., 1966; и др.]; классификацию тектонических режимов [Белюсов, 1975; Спизарский, 1973]; некоторую сумму сведений по основам тектоники, дополненную требованиями к процедуре тектонического районирования [Косыгин, 1974]; модельное представление о существовании изучаемого процесса и краткие сведения о его следствиях [Шейве и др., 1976]; и т. п. Другой особенностью декларируемых в литературе принципов геологического районирования выступает то, что они, как правило, не формулируются в явном виде или формулируются недостаточно строго. Вместе с тем проблема принципов любой отрасли знания представляется чрезвычайно важной, ибо научные принципы, как правило, определяют сущность научных методов и, как следствие, содержательность самой отрасли знания.

*Научный принцип* (principium — первый, начальный, основной (лат.)) обычно понимается как *исходное содержательное, или относящееся к содержанию науки, высказывание, определяющее основу дальнейших построений, рассуждений, теорий и т. п.* В науках, обладающих развитым формальным аппаратом, — это аксиома, постулат, сформулированный закон, а в геологии — содержательное понятие, эмпирически установленная зависимость или конкретное предложение, что и как выделять, а также очень часто «идея, предназначенная для обоснования других идей» [Шарапов, 1979, с. 25]. Прежде чем говорить собственно о принципах тектонического районирования, было бы любопытно соотнести понятия «принцип», «аксиома» и «догма», с позиции дальнейшего изложения определить, что сближает и что позволяет различать их. Аксиома (ἀξίωμα — достойное уважения, бесспорное (греч.)) — не требующее особых доказательств суждение, в дедуктивных построениях принимаемое в качестве исходного положения (принципа); догма (δόγμα — мнение, учение (греч.)) — некоторое первоначальное положение, принимаемое в последующем за непреложную истину (хотя и не всегда очевидную). Но если догма «незыблема» (догматы веры), а аксиома неизменна в пределах рассматриваемой системы знания, то научные принципы постоянно совершенствуются вместе с развитием отрасли знания.

К числу наиболее ранних принципиальных высказываний в области геотектоники, к тому же четко сформулированных, относятся принципы Стенона (цитирую в изложении М. М. Тетяева [1934, с. 14—15]):

данный слой отлагался в горизонтальном положении; если он наклонен, значит произошло нарушение (его залегания. — *Б. Ч.*);

если данный слой отложился горизонтально на другом слое — наклонном, значит, нарушение этого последнего произошло задолго до образования первого;

горы не представляют собой постоянной величины.

Эти положения стали настолько общеизвестными, что мы уже не задумываемся об их фундаментальности.

А вот как представлял исходные положения тектонического районирования (понимая под этим классификацию участков земной коры по признакам их строения и развития) В. В. Белоусов [1954, с. 521—526]:

морфологический принцип: выделение участков районирования производится «исключительно на основании тех структурных форм, которые образуют в том или ином месте породы»;

историко-морфологический принцип предусматривает районирование не только по структурным формам, но также и по возрасту дислокаций;

принцип тектонического развития (тектонических режимов) — «определенный режим колебательных движений связан с определенным характером складчатых движений и магматизма, а так как колебательные движения определяют фации и мощности осадков, то... развитию определенных формаций должны соответствовать определенная структура и определенный магматизм... Пользуясь этой взаимной связью различных тектонических процессов, мы можем пойти по пути выделения не типов структуры, а типов тектонического развития... и районировать поверхность Земли по распространению этих типов развития».

Зачастую принципы отождествляются с требованиями к тому или иному методу тектонического районирования [Косыгин, 1974]. Как правило, эти требования представляют собой необходимые условия процедуры, обычно ограничительные, но никак не содержательные высказывания. По-видимому, их следует рассматривать в качестве операционных принципов, руководящих той или иной процедурой районирования. Отличаются они и по форме: общий принцип формулирует предметное понятие, а операционное требование содержит указание на то, как должно быть или как следует поступать в том или ином случае.

Таким образом, говоря о научных принципах тектонического районирования, мы будем иметь в виду *ту часть понятийной основы геотектоники, которая определяет общие черты содержания районирования и регулирует начальные установки исследовательской деятельности.* Как уже отмечалось, тектоническое районирование — это прежде всего совокупность методов расчленения геологического пространства в соответствии с требованиями

ми деления его без остатка, непересечения границ и характерности свойств выделяемых элементов. Иными словами, это процедура мысленного расчленения объекта исследования (Земли, земной коры, осадочно-метаморфической оболочки и т. п.) на элементы по определенным правилам. Оно возможно лишь при условии неоднородности изучаемого пространства в интересующем нас отношении. Отсюда главные принципы тектонического районирования — утверждения о вертикальной и горизонтальной неоднородности тектоносферы, фиксируемой на уровне тектонических комплексов, а также формаций и формационных комплексов (рядов). Эти неоднородности определяются дискретностью свойств выделяемых геологических тел в соответствии с заданными условиями или точностью наблюдения.

Исходные утверждения (принципы) предварительно можно сформулировать следующим образом.

*Вертикальная неоднородность тектоносферы или ее частей обусловлена последовательной сменой по вертикали слагающих ее формаций, формационных и тектонических комплексов, различающихся составом, структурой или физическими свойствами;* будучи основой выделения в осадочно-метаморфической оболочке земной коры структурных этажей, вертикальная неоднородность отражает первичную последовательность образования геологических тел, а также их наблюдаемое сонахождение в профильном сечении, возникшее в результате осложнения первичной последовательности более поздними процессами: метаморфизмом, складчатостью, шарьированием и пр.

*Латеральная неоднородность тектоносферы или ее частей обусловлена последовательной сменой по площади формаций, формационных и тектонических комплексов, различающихся составом, структурой или физическими свойствами и находящихся в отношениях соседства, пересечения или постепенного замещения;* этот вид неоднородности отражает площадные соотношения выделяемых провинций с различными режимами развития.

Принципы вертикальной и латеральной неоднородности служат главными предпосылками объемного расчленения геологического пространства, создания объемных моделей структуры и историко-геологических концепций. Они осознанно представлены уже в объяснительной записке Н. С. Шатского и А. А. Богданова [1957], которые считали выделение структурных этажей (вертикальная неоднородность) основным способом отображения латеральной тектонической зональности складчатых сооружений. По существу, эти же принципы определяют выделение геохимических, петрографических, металлогенических зон, областей, провинций и поясов [Щеглов, 1980; Пушаровский, 1982], исследование вертикальной расслоенности земной коры и верхней мантии, а также их латеральной неоднородности, выявленной геофизическими методами.

С другой стороны, в основе тектонического районирования как общего способа исследования земной коры или ее частей лежит принцип классификаций, ибо только он позволяет представить необозримое множество геологических тел и явлений в упорядоченной и удобной для практического использования форме.

Прежде чем перейти к систематизации принципиальных положений тектонического районирования, а затем — и геотектонических элементов, уточним само понятие «систематика» и ее назначение.

Систематика как процедура — это особый вид классификационных построений, широко используемых в биологии, геологии и других естественных науках. Систематика как результат — это классификационная схема функционального назначения, имеющая главной целью упорядоченную интеграцию знаний предметной области (иногда с потерей специфичности частей, но с акцентом на целостность), в то время как собственно классификация направлена на членение и углубление этих знаний (иногда с потерей некоторых свойств целого, но с выявлением специфичности его частей). Для такого рода систематики чрезвычайно важным свойством является иерархичность, позволяющая объединить разноранговые элементы и дать общую систему изучаемых предметов, явлений, событий \*. Следовательно, *систематика — это иерархически упорядоченная классификация перечисления типовых элементов изучаемого множества.*

Представляется, что основные требования к построению любой геологической систематики должны иметь преимущественно содержательный характер, поскольку в основе ее — сознательно совершаемая процедура деления некоторого общего понятия на элементы, а группирование элементов производится на основе эмпирически установленных связей и зависимостей между этими элементами и их свойствами. По-видимому, при построении общей систематики принципов геотектоники необходимо также соблюдение ряда условий, определяемых не только опытом и эволюцией знания изучаемой предметной области, но также общенаучными достижениями. Прежде всего, систематика принципов любой отрасли знания должна учитывать общенаучные принципы и достижения логики познания, имеющие отношение к рассматриваемой области. Далее, совершенно необходимо представить основные утверждения об объекте и предмете исследования в целом, т. е. те принципиальные высказывания, которые определяют основное содержание науки, а также его последующую детализацию с учетом целевой направленности конкретной систематики (см. гл. V, § 3).

По существу, научная систематика тектонических элементов заданного каким-либо способом геологического пространства уже

---

\* Известны и другие способы систематизации знания, имеющие вид «лестницы», «сети» и пр., но они менее удобны для наших целей.

является абстрактным, или начальным, районированием. О роли систематик тектонических элементов говорит тот факт, что на любой тектонической карте (а это один из главных видов теоретического обобщения в геотектонике), в любой объяснительной записке к картам вопрос таксономии относится к числу принципиальных. В одних случаях приводятся основы используемой классификации (легенда), в других дается описание «естественных» тектонических категорий: платформ, складчатых областей и прочих элементов, входящих в общую систематику.

Отображение процесса абстрактного районирования на картах, разрезах или блок-диаграммах с помощью специальных приемов является заключительной операцией — реализацией принципов районирования и проверкой пригодности их на практике. Соответственно построение тектонических карт ведет к уточнению «абстрактных» систематик.

Таким образом, исходными принципами тектонического районирования предлагается считать принципы вертикальной и латеральной неоднородности тектоносферы, а также принцип классификаций, реализованный в виде некоторой эмпирически установленной систематики тектонических элементов. Эти общие положения составляют основную группу общих принципов тектонического районирования.

Кроме того, необходимо иметь в виду также операционные и предметно-содержательные высказывания. Общее группирование принципов титанического районирования выглядит следующим образом:

*о б щ и е*: принципы вертикальной и горизонтальной неоднородности тектонической провинции (земной коры, осадочно-метаморфической оболочки и др.). Систематика тектонических элементов изучаемого пространства;

*о п е р а ц и о н н ы е*: принципы полноты деления, однородности описания и границ, ранговости, специализации и др.;

*п р е д м е т н о - с о д е р ж а т е л ь н ы е*: принципы возраста завершающей складчатости, структурных этажей, структурно-вещественных комплексов, тектонических режимов и др.

Операционные утверждения регулируют правила процедуры тектонического районирования, определяют исходные требования к ней и преследуют методические цели контролируемости, возможности повторения и повышения точности операций районирования. По-видимому, в эту группу следует включить также основополагающие принципы тектонической картографии.

Учитывая высказывания о вертикальной и латеральной неоднородности тектоносферы и необходимой упорядоченности систематики тектонических элементов, основные операционные принципы тектонического районирования можно представить в виде следующих требований:

*п о л н о т ы д е л е н и я*: все районизируемое пространство должно быть расчленено на элементы (районы) без остатка и в соответствии с принятой систематикой;

*целостности (характерности свойств)*: при районировании выделяются элементы, совокупность свойств которых должна обеспечить их обособленность;

*непересечения границ*: при районировании не должно быть «промежуточных» элементов, т. е. участков, относящихся более чем к одному классу элементов принятой систематики;

*ранговости*\*: при районировании должна соблюдаться иерархия выделяемых элементов;

*однородности описания*: в соответствии с иерархическим уровнем систематики каждый выделяемый элемент должен быть охарактеризован одинаковым списком свойств с равной точностью и степенью детальности;

*однородности границ*: границы выделяемых элементов одного ранга должны определяться по фиксируемому списку свойств;

*специализации*: при районировании необходимо выбирать такие делирующие признаки, которые в наибольшей степени отвечают задаче исследования.

Группа предметно-содержательных принципов наиболее тесно связана с эмпирически установленными закономерностями и зависимостями. Составляющие ее утверждения отражают специализацию районирования и служат основой решения конкретных задач. Кроме уже упомянутых в начале главы, к этой группе относятся известные предложения проводить общее районирование по комплексу структурно-вещественных признаков [Борукаев и др., 1969; Косыгин, 1969], по типу устойчивых парагенезов структур и структурных рисунков [Лукьянов, Щерба, 1972], сочетанию структурных этажей и типу орогенных структур [Боголепов, Ермиков, 1973], характеру развития ядерных зон геосинклиналей [Попов и др., 1977], разделять платформенные области по сочетанию структурных комплексов, ярусов [Айзберг, Гарецкий, 1973; Мокшанцев и др., 1979] или возрасту основного этапа формирования платформенных структур [Гарецкий и др., 1977] и т. п.

Предметно-содержательные принципы тектонического районирования обычно формулируются с учетом целевой направленности конкретной задачи районирования, а их теоретической основой выступают содержательные установки (закономерности), полученные в результате проведенных ранее исследований. Необходимо подчеркнуть, что исходные содержательные установки очень сильно влияют на конечный результат районирования. Например, полагая, что палеозойские образования в основании Западно-Сибирской плиты представлены главным образом «геосинклинально-складчатыми» комплексами, мы получим в фунда-

---

\* Это и следующие требования формулируются с учетом определений Ю. А. Косыгина [1969, 1974].



менте плиты складчатых сооружений каледонского и герцинского возраста наряду с массивами более древней консолидации [Сурков, Жеро, 1981], но если руководствоваться представлением о широком распространении в Западной Сибири и Казахстане нескладчатых (слабо деформированных) палеозойских образований платформенного типа, то результат получится существенно иным [Чиков, 1978; Рудкевич, Латыпова, 1979].

### § 3. О ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОЙ И ПОНЯТИЙНОЙ ОСНОВАХ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

В основе любой описательной теории, любой научной концепции и в целом отрасли знаний лежит, как правило, сложная система понятий (и соответствующая ей система терминов), определяющая содержание предметной области, ее методы и средства. Научные понятия характеризуют объект и предмет исследования, процессы или события; они представляют собой суждения об отличительных свойствах того или иного феномена, а также «являются абстракциями, результатом сведения по некоторым сходным признакам множества объектов в классы» [Косыгин, 1974, с. 28]. Этим понятиям обычно соответствуют термины — слова или словосочетания, обозначающие (индексирующие) понятия. И термины должны строго соответствовать символизируемым понятиям. В этом случае исследование систем терминов будет способствовать совершенствованию систем понятий [Соловьев, 1975].

Понятийная база тектонического районирования служит составной частью понятийной основы геотектоники, в свою очередь синтезирующей результаты исследований других дисциплин геологии. Отсюда чрезвычайная широта (и недостаточная сбалансированность) этой общей системы понятий, чем в значительной степени и объясняется ситуация «сумасшедшего дома» (по К. Р. Лонгвеллу), столь часто демонстрируемая сторонниками ускоренной формализации геологических знаний.

Кроме многообразия понятий геотектоники необходимо отметить стихийность их формирования в процессе длительного и не всегда целенаправленного развития геологических знаний, исключительно многообразную синонимичку терминов и наличие многочисленных частных систем понятий и терминов, создающих определенные трудности при анализе понятийных основ тектонического районирования.

Хотя уже Г. Штилле [Stille, 1940] делал попытки пояснять используемые термины, осознанный подход к рассматриваемой проблеме наметился сравнительно недавно. Со времени первых публикаций, касающихся анализа фундаментальных понятий геотектоники [Косыгин и др., 1964], ощущается определенный прогресс в этой области: известно, как нужно конструировать науч-

ное понятие, какие требования к ним предъявляются, осознано значение понятий и терминов при формировании научного языка. Однако процесс совершенствования терминологически-понятийных основ геотектоники далек от завершения, потому так велико значение разработки фундаментальных понятий геотектоники [Косыгин, Воронин, 1965а, б; Косыгин и др., 1966; и др.], систематизации понятий основных структурных элементов тектоносферы [Богданов и др., 1963; Богданов и др., 1972; Абдулин и др., 1973; Боголепов, 1974а; Соловьев, 1974; Вотах, 1979; и др.], анализа понятийных основ стратиграфии [Салли, 1979; Степанов, Месежников, 1979], исторической геологии [Леонов, 1980], геологии осадочных бассейнов [Вассоевич, 1970; и др.] и других дисциплин.

В. А. Соловьев [1975] показал, что большая группа понятий геотектоники, имеющих решающее значение при определении понятийной базы тектонического районирования, должна задаваться определениями, в основе которых лежат представления о геологических телах, обладающих составом, структурой и формой. При этом многие определения оказываются неполными в связи с отсутствием сведений либо о структуре, либо о форме, либо и о форме и о структуре; более информативен признак «состав», используемый чаще всего. Сводя определения к представлению о слоистом типе структуры, В. А. Соловьев предложил оригинальную систему понятий, связанных между собой определенными иерархическими отношениями, а на уровне формационных комплексов сформулировал девятнадцать понятий слоистой структуры континентов (тектонический комплекс, щит, складчатая область, платформа и т. п.), причем в основе определений лежит представление о главных тектонических комплексах, т. е. периодически повторяющихся в структуре геосферы триад геосинклинальных, орогенных и плитных формационных комплексов. Эти определения следует рассматривать как пример понятий, строго привязанных к конкретной системе представлений о слоистой модели структуры земной коры.

Перечислить все существующие понятия (и термины), относящиеся к тектоническому районированию, — задача, далеко выходящая за рамки нашей работы. В какой-то мере она решена при составлении справочников по тектонической терминологии [Справочник..., 1970; Структура..., 1979; Иерархия..., 1978]. Для обобщенного представления об этом сложном вопросе удобно группировать понятия. Если отвлечься от тех из них, которые заимствованы из логико-математических дисциплин («пространство», «множество», «система», «поверхность», «отношение» и т. п.), начинать, вероятно, следует с фундаментальных понятий, рассмотренных в известных работах Ю. А. Косыгина и Ю. А. Воронина: геологическое пространство, геологическое тело и пр.

Непосредственно к тектоническому районированию относятся понятия, определяющие характер неоднородности анализируемого



пространства (двух- и трехмерного) и представляющие систему тектонических элементов или их частей, выделяемых в процессе районирования. В зависимости от масштаба и целей районирования в качестве элементов выступают разноранговые тектонические зоны: платформы и складчатые пояса, складчатые области или их составные части (синклиории, срединные массивы и пр.), тектонические комплексы или структурные ярусы, формационные зоны, отдельные структурные формы и т. п. Важную группу составляют понятия методического характера и, наконец, понятия, указывающие на содержательные моменты районирования и представляющие наибольший интерес в каждом конкретном случае. По существу основу понятийной базы тектонического районирования составляют главные категории принципиальных высказываний, о которых речь пойдет ниже.

Какие требования мы должны предъявлять к научным понятиям? Это тесно связано с проблемой их формализации, т. е. с необходимостью строгого определения круга объектов, фиксируемых конкретным понятием, с необходимостью анализа логической структуры научного языка. Современная методологическая литература содержит интересные разработки в этом направлении: одни исследователи указывают на необходимость фиксации понятием определенного класса объектов, соответствия цели и выводимости из наблюдения [Косыгин, Воронин, 1965]; другие указывают на широкий круг литературных, фактических и логических требований [Горский, 1974], третьи — на необходимость соответствия упорядоченных систем научных понятий и обозначающих их терминов [Соловьев, 1975].

Определяя понятие, особое внимание необходимо обращать на соблюдение содержательных и логических требований. В первом случае преследуется цель достигнуть наибольшей полноты содержания (сущность понятия), а во втором — совершенства его формы.

Представляя объект (класс объектов), понятие должно содержательно описывать его, необходимо и достаточно отражая его свойства. Причем эти свойства определяются с учетом уровня достигнутых знаний, цели исследования и решаемых задач. В связи с этим важное значение приобретают требования наблюдаемости свойств объекта или выводимости их из наблюдений, их конкретности и соответствия имеющемуся опыту, а само понятие в целом должно однозначно соответствовать представляемому классу тел, процессов, событий и т. п. При этом более совершенным будет понятие, представляющее объект в обобщенном виде, подчеркивающее его типичность, а не индивидуальность. В таком смысле научное понятие — абстракция.

Логические правила составляют чрезвычайно важную группу требований к научному понятию; их соблюдение обязательно, поскольку они конструктивно совершенствуют структуру научного языка. В числе основных логических требований — правила со-

размерности (равнообъемности), запрета порочного круга, непротиворечивости, однозначности и частичного тождества структур терминов определяемого и определяющего [Горский, 1974].

Одно из исходных требований к научному понятию — его положение в системе взаимообусловленных понятий предметной области знания; вне содержательной системы не имеет особого смысла ни конструирование нового понятия, ни совершенствование каким-либо способом полученного ранее. Общим требованием к термину является его однозначность. Еще Аристотель отмечал, что иметь не одно значение — это значит не иметь ни одного значения.

Наконец, одно из важнейших требований к форме понятий — краткость, ясность и выразительность (доходчивость) определений, исключаящие метафоричность, эмоциональную окраску, неявные характеристики, т. е. все то, что снимает многозначность, свойственную обычному литературному языку.

Несколько замечаний касательно терминов. Известно, что даже самым распространенным и общеупотребимым терминам геотектоники свойственны полисемия и омонимия, во многих случаях нарушается правило однозначного соответствия между термином и понятием, широко распространено неоправданное терминотворчество (см. [Соловьев, 1975]). К тому же каждый термин может использоваться (и используется) в различных конкретных понятийно-терминологических системах. При этом, даже однозначно соответствуя определенным понятиям в одних системах, в других он может обозначать иное понятие. Поэтому ассоциации, вызываемые одним и тем же термином у различных исследователей, зависят от того «понятийного поля», с которым этот исследователь работает. Следует иметь в виду и относительную консервативность терминов: со временем содержание научного понятия уточняется, а термин обычно остается неизменным, что порождает серьезные и не всегда полезные дискуссии. Например, понятие «геосинклиналь» со времен Д. Дэна изменилось весьма существенно, но термин это изменение (уточнение) полностью скрывает; с другой стороны, это понятие неоднозначно в различных системах научных рассуждений. Поэтому, во избежание недоразумений, необходимо строго соблюдать правило единства понятийно-терминологической системы, определяя используемый термин или вводя новый термин для уточнения известного понятия. В последнем случае не возбраняется пренебрегать «неудобочитаемостью», комбинировать различные словарные средства, использовать символы, буквы и цифры наряду со словами [Соловьев, 1975].

В действительности при всех равных условиях преимущество имеют термины, по возможности однозначно ассоциирующие с исследуемым явлением и представляющим его понятием, отличающиеся образностью и благозвучием, хотя в научном плане это и не имеет существенного значения. Термин может быть удачным или неудачным, в то время как при определении понятия решающим является правильность, или соответствие объекту.

#### § 4. НАУЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ ГЕОТЕКТОНИКИ КАК ОБЩАЯ СИСТЕМА ПОНЯТИЙ РАЙОНИРОВАНИЯ

Тектоническое районирование без учета фундаментальных положений геотектоники так же невозможно, как невозможно проектирование высотного здания без знания теоретических основ архитектуры. Но геотектоника многогранна. Поэтому первостепенное значение приобретает систематизация ее фундаментальных понятий и основных закономерностей, наряду с анализом общеметодологических установок, в той или иной степени реализуемых в ходе тектонических исследований. Такая систематизация позволит более четко представить зависимость принципов и методов районирования от более общих установок, уяснить соотношение геологических объектов, явлений и процессов, подчас не обнаруживающих прямой связи, но необходимых при разработке теоретических основ тектонического районирования.

Попытки систематизировать основные понятия и научные принципы геологии в целом или ее разделов предпринимались неоднократно [Косыгин, 1969; Круть, 1978; Леонов, 1980; Соловьев, 1975; и др.], это является обязательным условием совершенствования теоретической базы исследования. Например, Д. Л. Степанов и М. С. Месежников [1979] предложили следующую систематику научных принципов стратиграфии, понимая под таковыми «наиболее общие, основополагающие концепции, на которых базируются другие, более частные положения этой науки: собственно биостратиграфические принципы: биостратиграфической корреляции и палеонтологической сукцессии;

общестратиграфические принципы: неполноты стратиграфической и палеонтологической летописи, необратимости биологической и геологической эволюции, объективной реальности, неповторимости стратиграфических подразделений, последовательности образования геологических тел и возрастной миграции границ геологических тел;

общеметодологические принципы: актуалистический.

Одним из способов систематизации научных принципов геотектоники, позволяющих охватить эту проблему в целом, может быть следующий: исходные, наиболее общие положения дают представление о системе планеты, ее строении и глобальных чертах развития, а последующие утверждения — иерархическое приближение ко все более частным проблемам по примерной схеме: Земля — земная кора — неоднородности земной коры и ее частей — частные закономерности и методика исследования элементов земной коры, и т. д. Более прост путь группирования принципиальных положений по традиционно сложившемуся членению геотектоники на частные дисциплины, при этом особо выделяется интересующая исследователя область.

С учетом сказанного построена предлагаемая в табл. 1 классификационная схема [Чиков, 1983]. Она позволяет дать предва-

## Классификационная схема принципиальных высказываний геотектоники

Группа принципов	Подкласс	Элементы классифицируемого множества
Общеметодологическая	Собственно методологические	Принципы актуализма, аналогий, объективной реальности, модельности познания, относительности суждений и пр.
	Операционно-методологические	Принципы классификаций, подчиненности (иерархии), последовательных приближений, повторного уточнения, последовательности операций, оптимальности и др.
Общие принципы отрасли знания (геотектоника)	Номологическая база	Сформулированные гипотезы и теории; эмпирические предпосылки, обобщения, закономерности
	Система понятий, лежащая в основе представлений о строении и развитии Земли и ее частей	Геологические границы, тело, пространство, формация, тектонические комплексы, элемент, область (зона, провинция), геологический возраст, тектонический режим и пр.
Специализированные принципы частных разделов геотектоники	Категории общей и региональной геотектоники	Структура и систематика тектонических элементов земной коры; пространственные и возрастные соотношения тектонических элементов; пограничные формы и границы
	исторической геотектоники	Периодизация тектонических событий, цикличность, направленность и необратимость их эволюции, стадийность формирования тектонических элементов, историзм Систематика понятий историко-геологического подхода
	динамической и палеодинамической геотектоники	Физические основы процессов и явлений Систематика тектонических процессов, движений, тектонических режимов
	тектонического районирования	Принципы вертикальной и латеральной неоднородности тектоносферы Систематика тектонических элементов

рительный абрис систематики научных принципов геотектоники, а также ее разделов в виде самого общего представления о рассматриваемом вопросе. Несмотря на некоторое несовершенство схемы, особенно в части выделения самостоятельных разделов науки, из ее анализа следует:

утверждения верхней части схемы влияют на содержание или повторяются в нижних членах, видоизменяясь в конкретном выражении. Например, принцип классификаций реализуется предметными систематиками тектонических элементов, процессов, формаций и пр., а принцип модельности познания — конкретными моделями тектонических явлений, и т. п.;

общеметодологические и общие принципы геотектоники служат основой конструирования принципов частных разделов, а их специализация выражается конкретно-содержательными понятиями.

Наибольшие различия принципиальных высказываний определяются содержательными особенностями разделов предметной области знания.

Первая группа (класс) принципиальных установок объединяет положения, представляющие основы логики научного познания; они будут рассмотрены в соответствующем разделе (см. гл. III, § 3).

Общие принципы геотектоники составляют научную основу предметной области знания. Сюда относятся все ее научные теории, эмпирические закономерности, основные научные результаты — все то, что определяется понятием «номологическая база», а также система фундаментальных понятий, позволяющих дать представление о строении и развитии планеты и ее отдельных частей.

Следующий класс научных принципов объединяет категории частных разделов геотектоники, которые выделены автором субъективно, с единственной целью показать место такого специфического раздела, как тектоническое районирование. Каждому разделу соответствуют группы общих принципов, но им свойственны также и иные разновидности принципиальных высказываний, лежащих в основе специальных методов исследования или отражающих специфику содержания предметной области. И в этом можно убедиться на примере тектонического районирования (см. § 2).

Отмеченные положения по-разному преломляются в процессе тектонического районирования: одни принципы определяют общий подход исследователя к этой задаче или влияют на стиль его мышления, а другие лежат в основе конкретных методов. Но все они, по-видимому, тесно взаимосвязаны и определяют уровень научных построений. Действенность принципиальных высказываний определяется областью их применения: если принцип формулируется в общем виде, то область его применения будет широкой, а методы — менее определенными (например, принцип актуализма и актуалистический метод); конкретно-содержательные принципы порождают предметные методы частных разделов науки.

Строгий подход к формулированию исходных высказываний — одно из основных средств совершенствования понятийной основы тектонического районирования.

## § 5. ТЕКТОНИЧЕСКАЯ КАРТОГРАФИЯ — МЕТОД И РЕЗУЛЬТАТ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

В методологическом отношении важно определить соотношение тесно взаимосвязанных понятий тектонического районирования и тектонической картографии, главным компонентом которой является собственно тектоническая карта. Поэтому прежде чем рассматривать вопрос по существу, необходимо хотя бы кратко проанализировать известные представления о содержании и назначении тектонических карт. Это обусловлено неоднозначностью авторитетных высказываний, в которых тектонические карты и цель их составления определяются следующим образом:

«тектоническими мы называем такие карты, на которых условными знаками нанесены структурные формы различных категорий и разного возраста» [Шатский, 1963, с. 447];

«графическое изображение структуры земной коры в ее развитии, поэтому на ней должны быть изображены не только план расположения различных регионов и их морфология, но и, что не менее важно, генезис и история развития этих регионов, т. е. тектонический режим и его изменение во времени» [Спижарский, Боровиков, 1967, с. 142];

«самостоятельный источник информации, рассказывающий на языке условных обозначений о главных чертах строения и развития любой территории в ее пределах» [Муратов и др., 1972, с. 5];

универсальное средство описания состояния геологических объектов и их исследования [Волков, 1980];

«документальное графическое изображение на плоскости с помощью системы условных обозначений... структуры всей земной коры или отдельных регионов в их динамике с указанием тектонических режимов и связи последних с другими геологическими процессами» [Спижарский, 1973, с. 9];

«тектоническая карта является лишь дополнением к геологической» [Бархатов, 1979, с. 7].

Этот далеко не полный перечень формулировок в целом отражает главные позиции и дает представление о характере расхождений. Определяя основную цель составления таких карт, одни исследователи подчеркивают необходимость отображать «историю развития главнейших структур земной коры и закономерностей их распределения на земной поверхности» [Шатский, 1963, с. 462],

другие — «графическое изображение структурных элементов земной коры, их внутреннего строения и соотношений в пространстве» [Боголепов, Чиков, 1976, с. 143].

Значительные разночтения наблюдаются в определении общности или различий тектонических и собственно геологических карт [Борукаев, 1979; Бархатов, 1979; и др.]. Иногда можно услышать что лучший вид тектонической карты -- это карта геологическая, хотя на их принципиальные отличия указывали еще Н. П. Херасков [1948], Н. С. Шатский [1963] и другие исследователи.

Бесспорно, что тектонические карты представляют собой разновидность карт геологического содержания и в значительной мере у них общий предмет. Но различаются они целевой направленностью, систематиками картируемых элементов, принципами и способами составления. Бесспорно также, что геологические карты содержат информацию о тектонических особенностях региона, но выражают ее косвенно, через изображение характера распространения отложений разного возраста; они служат важным, но не единственным источником исходной информации при составлении карт тектонических.

При составлении геологической карты наиболее важно возможно более полно приблизиться к «оригиналу» с упором на выделение картируемых, т. е. визуально определяемых лито- и хроностратиграфических подразделений, а также тел глубинных кристаллических пород. При составлении современной геологической карты преследуется цель уточнить границы и детализировать известные стратиграфические и литолого-петрографические единицы. Отдельные исследователи даже настаивают на сугубой фактологичности этих карт, которые «должны иметь настолько документальный характер, что сколько-нибудь значительные обобщения с введением гипотетических элементов недопустимы» [Ажгирей, 1956, с. 147].

Геологическую карту составляют с большей или меньшей степенью научной новизны, но всегда со строгим соблюдением требований инструкции по геологической съемке. В этом плане геологическая карта представляет собой продукт регламентированной инженерной деятельности.

При составлении тектонической карты необходимым условием является научное обобщение — она представляет собой один из важнейших видов обобщения в геологии [Богданов, 1963] и «самое сжатое графическое выражение тектонического синтеза» [Шатский, 1963, с. 447]. Приведенные ранее определения подчеркивают универсальность этих карт. Обращая внимание на общность тектонических и геологических карт, Т. Н. Спизарский [1973] писал, что тектоническая карта не может подменять геологическую, но она призвана ее дополнять и развивать своими средствами.

Если для геологической карты наиболее существенное требование — высокая точность изображения наблюдаемых геологических тел и их границ, то для тектонической карты при сохранении это-



го требования (в пределах масштаба) необходимы определенный уровень генерализации, элементы абстракции и возможность операций с отвлеченными моделями, что позволяет считать тектонические карты результатом теоретических исследований.

Тектоническая карта представляет собой универсальную синтезирующую графическую модель строения изучаемого геологического пространства. Она составляется в соответствии с определенной научной задачей тектонического районирования, отражает какую-либо теоретическую концепцию, на основе которой проводятся корреляции и сопоставление разнообразных геолого-геофизических данных, обладает документальностью и наглядностью изображения выделяемых элементов и их отношений. Это интерпретационная модель, которой свойственны объяснительные и предсказательные функции. В таком смысле тектоническая карта может рассматриваться как частная теория строения и геологического развития изображаемого пространства.

В качестве главных требований к тектоническим картам выступают: соответствие основным принципам тектонического районирования; соответствие современному уровню знания об изображаемом регионе; объективная содержательность в соответствии с целью составления; однотипность представления структурных элементов одного класса в различных частях карты; логическая стройность классификаций (легенды); выразительность и наглядность изображения главного; удобство пользования.

Хорошая тектоническая карта должна содержать новую информацию за счет анализа отношений выделяемых элементов и дополнительные возможности интерпретации изображаемой структуры, а также элементы прогноза. Говоря об особенностях тектонических карт, необходимо также отметить возможность создания обозримых теоретических моделей сколь угодно крупных территорий, их роль в качестве действенного средства обучения, а также при разработке научных основ таких специализированных карт, как металлогенические, прогнозные и т. п. К тому же тектонические карты «служат сдерживающим фактором при построении особо умозрительных глобальных тектонических гипотез» [Щуцаровский, 1971, с. 216].

Вместе с тем по принципам составления, целевой направленности и содержанию тектонические карты существенно различаются. Поэтому в процессе совершенствования этого картографического направления неоднократно предлагались их типизации, начало которым, по-видимому, положил Н. П. Херасков [1948]. Н. С. Шатский и А. А. Богданов [1961], приняв предложение Н. П. Хераскова о разделении тектонических карт на структурные и собственно тектонические, так сформулировали их различия: структурные карты целиком или преимущественно отображают морфологию тектонических структур; обозначения возрастные, указывающие на тектоническое развитие изображаемой территории, либо отсутствуют, либо имеют подчиненное значение; на тектонических картах «в одинаковой степени обращено внима-



ние как на структурную сторону легенды, так и на возрастные обозначения... морфология сочетается с историей развития; генетический принцип построения этих карт всегда достаточно резко выражен, он является ведущим, иногда настолько преобладает... что морфологические условные обозначения в легенде занимают второстепенное место» [Богданов, Шатский, 1961, с. 9].

Трудно настаивать на строгом соблюдении этой классификации, ибо современные тектонические карты «часто совмещают элементы карт нескольких (или всех) типов» [Борукаев, Парфенов, 1972, с. 44]. Поэтому попытки их классификации более перспективны в том случае, если учитывается общая цель исследования. Так, М. В. Муратов, Ю. М. Пуцаровский и В. П. Колчанов [1972], рассматривая успехи тектонической картографии в СССР, в числе собственно тектонических карт указали общие (сводные), региональные, специализированные, тематические, палеотектонические и карты океанов; эта классификация перечисления была удобна авторам в связи с необходимостью дать общий обзор проблемы. Ф. Кинг [King, 1969] среди основных типов карт геологического содержания, наряду с тектоническими (архитектура верхней части земной коры), геологическими (распространение на поверхности пород различного состава и возраста) и структурными (изображение структурных форм), выделял также палеотектонические, неотектонические, палеогеографические, палеогеологические.

Анализируя разнотипные тектонические карты, группировать их можно также по преимущественному содержанию (структурные, структурно-формационные, историко-геологические и т. п.) или главному принципу районирования (возраст складчатости или становления континентальной коры, структурные этажи или структурно-вещественные комплексы и пр.). Определенное значение имеет принцип классификации тектонических карт в соответствии с иерархией объектов исследования, например с выделением глобальных (земной шар, континент, океан), региональных (крупные части континентов или океанов, включающие несколько элементов типа платформ, складчатых поясов и т. п.), провинциальных (отдельная платформа, складчатая область, геосинклинальная область) и локальных (относительно крупномасштабные карты части тектонической провинции) масштабов.

А. А. Богданов, Н. С. Шатский, А. Л. Яншин и многие другие исследователи неоднократно отмечали, что составление тектонических карт — один из главнейших способов тектонического анализа. По-видимому, создание и совершенствование способов составления тектонических карт являются основным делом и основной целью тектонической картографии — важнейшего метода тектонического районирования, позволяющего в явном виде документально представить результаты расчленения специализированного геологического пространства на типовые элементы и осуществить проверку пригодности его для практической деятельности.

Вместе с тем тектоническая картография — это и область специального знания со своим объектом и предметом исследования, целями и задачами, методами и средствами. Сравнительно недавно В. Ю. Забродин [1978] сделал интересную попытку представить основы геологической картографии в качестве самостоятельной научной дисциплины. Конкретизируя его схему рассуждения, можно показать, что и для тектонической картографии, или сокращенно тектографии, в качестве общего объекта выступает специализированное геологическое пространство как целое, т. е. взятое со всеми его тектоническими элементами и существенными связями, а предмета — множество представлений о структуре (включая состав) основных тектонических элементов и их систем (в отдельных случаях с учетом их эволюции). Общая цель тектографии состоит в построении двух- и трехмерных графических моделей земной коры, осадочно-метаморфической оболочки или ее частей с выделением элементов выбранной систематики и отображением их внутренней структуры (создание частной теории строения анализируемого пространства). А особенности картографического выражения этой структуры в соответствии с целями и правилами тектонического районирования относятся к основным задачам тектографии. Основные методы ее — геологическое (структурно-геологическое) картирование и картографическое моделирование, а средства — топографические, геологические и структурные карты, геологические профили и стратиграфические колонки, тектонические систематики и классификации структурных элементов.

## *ГЛАВА II*

### **ПУТИ СТАНОВЛЕНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ**

Самый длинный путь — это путь знания, покороче — веры, а самый короткий — путь действия.

*Восточная заповедь*

#### **§ 1. ИЗ ИСТОРИИ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ (XIX — ПЕРВАЯ ПОЛОВИНА XX в.)**

Нет необходимости доказывать, что анализ достижений прошлого — это не только возможность критического освоения опыта и дань уважения тем, кто прокладывал пути совершенствования геологии, но также ключ к пониманию современного состояния и тенденций развития изучаемого предмета. На любой стадии осознания этого полезно остановиться и оглядеться, попытаться

с помощью истории понять, в чем новизна того, что считается передовым сейчас.

Потребность в тектоническом районировании появилась вместе с первыми попытками обобщения геологических материалов, и «Тектоническая схема Юрских гор» А. Грессли, опубликованная в 1838 г., служила именно этим целям. Уже в середине прошлого столетия Э. де Бомон [De Beaumont, 1852], основываясь на представлениях о катастрофических событиях в истории Земли, пытался подразделить горные системы по времени их образования. Всего в истории Земли он выделил 32 катастрофы, фиксируя возрастные уровни деформаций отложений, перекрытые не нарушенными слоями. Чуть позднее появились представления о подвижных зонах прогибания, противопоставляемых «континентам»; на основе выделяемых геосинклиналей и геантиклиналей были сформулированы понятия «синклинорий» и «антиклинорий» в качестве наблюдаемых тектонических элементов [Hall, 1859; Dana, 1873]. Руководствуясь принципом историзма, Э. Зюсс [Zuess, 1885] проанализировал известные к тому времени данные о геологическом строении большинства континентов; он дал общую картину «лица Земли» и впервые сделал попытку систематизировать все главные тектонические элементы планеты. Наряду с подвижными областями, или «складчатыми горами», Э. Зюсс выделил архиболы, плиты, щиты (древние глыбы), а также внутренние элементы «складчатых гор»; форланды, рюкланды и массивы. Таким образом, был намечен первый вариант тектонической систематики как основы геологического районирования.

С именем Мишеля Бертрана связана идея о структурном сходстве областей разновозрастной складчатости — представление о существовании ограниченного количества планетарных эпох складчатости, проявленных в структуре Земли. На территории Европы он выделил области гуронской (докембрийской), каледонской, герцинской и альпийской складчатости, а также сделал первую попытку показать и их формационное выполнение [Bertrand, 1887]. М. Бертран уточнил и развил концепцию Э. де Бомона и по существу предложил общую основу тектонического районирования крупных территорий. Поэтому его предложение часто называют принципом Бертрана; в последующем этот принцип был плодотворно использован при районировании «по возрасту завершающей складчатости» (см. с. 58).

Большое значение на начальной стадии развития тектонического районирования и тектонической картографии имели труды Э. Ога [Haug, 1900, 1907], в которых были систематизированы основы геосинклинальной теории и дана классификация тектонических элементов уже с ее позиции. Существенно и то, что Э. Ог впервые наметил эволюционный ряд от «первичных» геосинклиналей к складчатым областям с их внутренними зонами поднятий и погружений. «Геология» Ога дала мощный импульс развитию геологической науки, особенно в Европе.

Таким образом, к началу XX в. были заложены теоретические основы геотектоники, среди которых наиболее существенное значение для развития методов тектонического районирования имели попытки создания систематики тектонических элементов, принцип Бертрана и совершенствование теории геосинклиналей.

Появление первых собственно тектонических схем относится к концу XIX и началу XX в. Большинство из них в связи с ограниченностью фактического материала и несовершенством его обобщения играли роль пояснительных иллюстраций к основному описанию геологии того или иного региона. Но уже в это время делались попытки выделить участки изучаемой территории по характеру и возрасту складчатости, особенностям состава и залегания осадков, а также преследовалась цель противопоставить одни участки другим по их свойствам (задачи выделения и сравнения). Значение тектонических схем, позволяющих отобразить пространственное положение, дать обобщенную характеристику и границы выделяемых элементов, а также свести громоздкое описание к простой и удобной для обозрения картине, было высоко оценено исследователями.

К числу наиболее ранних тектонических схем, не утративших своего значения и по сию пору, относится попытка Э. Ога показать площадные соотношения складчатых поясов в Европе. На его схеме изображены Скандинавский щит и Русская плита, окруженные зонами каледонских, арморикско-варисских, альпийских, динарских и пиренейских складок; особым знаком Э. Ог выделил северную границу распространения каледонид и их шарьирование на Скандинавский щит. Среди первых тектонических схем необходимо выделить и те, что преследовали менее общие цели — показ соотношений молодых складчатых сооружений и областей современного вулканизма, изображение геосинклиналей мезозойской эры, противопоставляемых древним «континентам», и т. п. (см. [Haug, 1907]), а также схемы, отображающие детали структуры того или иного региона [Heim, 1919—1922].

В первой четверти XX в. усиливается внимание к разработке более совершенных систематик тектонических элементов преимущественно на основе теории геосинклиналей — достаточно вспомнить работы Е. Дакс [Dapue, 1915], Л. Кобера [Kober, 1921, 1928], С. Бубнова [Bubnoff, 1923], К. Шухерта [Schuchert, 1923] и др. В это время идет активный поиск способов сравнения и типизации геологических зон, поиск путей разделения крупных территорий на части, различающиеся строением и историей развития. Например, Г. Штилле [Stille, 1924] при районировании Европы развивал идею постепенного разрастания континента путем приращения к архейскому кратону Фенноскандии, складчатых сооружений Палеоевропы (каледонская эра), Мезоевропы и Мезоазии (вариссийская эра), а также Неоевропы (альпийская эра). Обращая внимание на неоднородность тектонических процессов в различных тектонических областях по характеру дислоцированности отложений, Г. Штилле предложил различать области альпино-

типной и германотипной складчатости. Другой пример: на схеме районирования Северной Америки, отражающей историю тектонической эволюции континента [Schuchert, 1923], были показаны: ядерная область континента, включающая Канадский щит и прилегающую с юга плиту (Сиуя, Колумбия, Планория); пояса геосинклиналей (Кордильерская, Франклинская, Аппалачская, бассейна р. Св. Лаврентия), окружающих ядерную область и отделенных от океанов системой бордерлендов (Каскадия, Юкония, Пирия и др.). К. Шухерт также сделал попытку классифицировать геосинклинали, выделив четыре их разновидности (моно-, поли-, мезо- и парагеосинклинали).

Существенное значение для развития предмета тектонического районирования имела монография Л. Кобера «Строение Земли» [Kober, 1921], содержащая «Схему тектонического подразделения Евразии». В своей систематике Кобер противопоставил стабильным кратогенам складчатые сооружения (орогены), особо выделив геосинклинальные области, из которых рождаются орогены. Исходя из представления о симметричности строения орогеков, он разработал весьма детальную схему их расчленения на более дробные элементы: централиды, экстерниды, интерниды и др.; им впервые была показана важная граничная роль крупных разломов (швов) в структуре орогенов. Не привившиеся в литературе термины соответствуют современным понятиям краевых прогибов, ядерных зон антиклинорий, срединных массивов и других элементов, выделяемых при тектоническом районировании на современных тектонических картах. Вместе с тем Л. Кобер составил по принципу Бертрана лаконичную схему тектоники Земли, на которой были выделены архейды, палеиды (палеозоиды) и альпиды. Монография Л. Кобера [Kober, 1928] сопровождается геолого-тектонической картой Европы масштаба 1 : 15 000 000 и более мелкой «морфо-тектонической» схемой мира.

Наиболее полно и последовательно принцип Бертрана был реализован в трудах отечественных геологов; на его основе был разработан и получил широкую известность метод тектонического районирования по возрасту завершающей складчатости (см. гл. II, § 3). В 1933 г. появилась серия тектонических схем территории СССР. Историко-геологический подход и методические приемы, разработанные при их составлении, во многом определили пути последующего развития принципов тектонического районирования не только в нашей стране, но и за рубежом.

Особое место занимает схема тектонического районирования СССР А. Д. Архангельского и Н. С. Шатского [1933], при составлении которой авторы руководствовались не только возрастом складчатости, указывающим на утрату участками древних геосинклиналей подвижности и приобретение ими свойств плит, но также обращали внимание на элементы состава отложений и их дислоцированность, а при определении границ тектонических провинций за основу принимали интенсивность проявления складчатости. Обращает на себя внимание более совершенная системати-

ка тектонических областей, включающая докембрийские и палеозойские плиты (древние и молодые платформы.— *Б. Ч.*), области каледонской и варисской складчатости в фундаменте палеозойских плит, области мезозойской (ларамийской и киммерийской) складчатости, а также альпийские геосинклинальные области с зонами альпийской складчатости. Необходимо подчеркнуть и то, что введение градаций глубины залегания тех или иных комплексов следует рассматривать в качестве первой попытки объемного тектонического районирования, что наряду с элементами историзма открывало широкие перспективы тектонической картографии. С учетом имеющегося опыта тектонического районирования сказанное позволяет утверждать, что именно схема А. Д. Архангельского и Н. С. Шатского послужила тем эталоном, на который ориентировались многие их последователи. Она была содержательнее схемы Д. В. Наливкина [1933], который полагал, что тектоническое районирование должно основываться на всей совокупности процессов истории развития геосинклиналей, и ориентировался на заключительный этап формирования складчатых сооружений («последний период геосинклинального развития»); на схеме Д. В. Наливкина были показаны «архео-протерозойские, палеозойские и мезозойско-кайнозойские» геосинклинали. М. М. Тетяев [1933], также используя принцип Бертрана, основное внимание обращал на складчатые сооружения и их платформы. Он выделял области альпийской складчатости, противопоставляемые одновозрастной платформе, в свою очередь разделенной на складчатые зоны докембрийского, каледонского и герцинского возраста.

Одновременно с указанными тектоническими схемами СССР появилась структурная схема США [King, 1933], сыгравшая большую роль в развитии принципов тектонического районирования на Североамериканском континенте. Основное внимание Ф. Кинг уделял положению и ориентировке складчатости ларамийской, невадийской, позднепалеозойской, таконской и акадийской орогений, распределению соответствующих этим орогениям батолитов, а также полей третичных лавовых потоков. Орогеническим областям противопоставляется область Канадского щита, в которой обособлены районы собственно щита (участки распространения докембрия на поверхности) и «подземные поднятия фундамента», а также «отрицательные области» (прогибы). На юго-западе США выделены «прибрежные равнины Атлантического океана и Мексиканского залива», по-видимому представляющие плиты молодых платформ. Для схемы Ф. Кинга характерно отсутствие явно выраженных границ.

В 1937 г. состоялась XVII сессия Международного геологического конгресса, материалы которого позволяют оценить общее состояние интересующего нас вопроса. Прежде всего следует отметить работу П. Н. Кропоткина и Н. П. Хераскова [1939] в связи с принципиальной новизной приемов тектонического районирования. Оно было проведено с позиции историко-геологического



подхода, но на основе выделения структурных ярусов. Впервые была сделана попытка рассмотреть состав и строение тектонических комплексов, а также их роль в структуре Северо-Восточной Азии; наиболее полно был охарактеризован верхоянский комплекс, позднее часто используемый в качестве тектонотипа тектонических комплексов. Структура Верхояно-Колымской области представлялась как симметричная система преимущественно дугообразных мегаантиклиналей (антиклинориев) и мегасинклиналей (синклинориев), обрамленных внешней (Лено-Алданской) и внутренней (Зырянской) краевыми впадинами. На тектонической схеме сделана попытка отразить процесс формирования структуры области, как и процесс переработки древних складчатых комплексов молодыми движениями, а также влияние последних на окраины Сибирской платформы.

Материалы XVII сессии МГК позволяют выделить тенденцию к углубленному палеогеографическому (палеотектоническому) анализу при исследовании истории формирования того или иного региона. Например, схеме тектоники Евразии [Архангельский, 1939] предшествовала серия из 22 палеогеографических карт континента, позволяющих довольно полно представить условия формирования его структуры. Детальный для своего времени палеотектонический анализ, а также серия геологических профилей сопровождали схему районирования территории Индокитая [Фромаже, 1939]. Ко времени проведения XVII сессии МГК было накоплено достаточно данных и уже существовали в разработанном виде основные методы расшифровки истории геотектонического развития крупных регионов — В. В. Белоусов [1939] убедительно показал это на примере Большого Кавказа, используя методы фаций и мощностей.

Наряду с разработкой принципов и методов историко-геологического анализа в материалах Конгресса прослеживается и тенденция к детализации структуры в тектонических построениях: тектонические схемы содержат сведения об автохтонной и покровной складчатости, рифтах, отображают элементы кинематики (Л. Пикард), результаты детального исследования покровно-надвиговых форм (А. Гейм и А. Ганссер; Д. Н. Вадия; Ф. Фромаже и др.).

Таким образом, к концу 30-х годов геологическая изученность территорий многих развитых стран и степень разработанности принципов и методов тектонических исследований достигли уровня, позволяющего переходить от сравнительно простых схем к более детальным содержательным построениям.

В 1941 г. была опубликована **Тектоническая карта Франции** масштаба 1 : 2 500 000 (под редакцией Ж. Гогеля), в основу составления которой был положен принцип возраста деформаций. Ее появление знаменовало переход от мелкоформатных тектонических схем к картам, масштаб которых позволял наряду с обобщением давать значительную детализацию структуры изучаемой территории. Цветом на этой карте выделены области

альпийских, герцинских и каледонских деформаций, а в их пределах с той или иной долей совершенства показаны различные типы деформаций: антиклинали и синклинали, сбросы, зоны дробления, шарьяжи и покровы. Кроме того, на карте отображены площади метаморфизма альпийского (пиренейского) и герцинского возраста, а также граниты и эффузивы четвертичного, плиоценового, олигоценового, миоценового и палеозойского возраста. При характеристике наложенных «синклиналей» используются стратозогины.

Позднее структурно-морфологический подход при составлении тектонических карт получил дальнейшее развитие в Северной Америке с публикацией сводных тектонических карт США и Канады. В чрезвычайно интересной по замыслу, но, к сожалению, оставшейся неоконченной статье «Методы составления мелкомасштабных тектонических карт» Н. С. Шатский [1963] дал профессиональный анализ этих карт, что существенно облегчает нашу задачу.

Тектоническая карта США масштаба 1 : 2 500 000 (под редакцией Ф. Б. Кинга) была опубликована в 1944 г.; позднее появились ее стереотипные переиздания (1949, 1951 годы). Карта не сопровождается объяснительной запиской, поэтому анализ ее достоинств и методологии составления, как и оформления, основывается главным образом на принципах составления ее легенды и способах изображения тех или иных структурных элементов.

Основные блоки условных знаков акцентируют внимание на возрастных и петрографических характеристиках пород, а также на структурных формах. К числу основных подразделений карты США относятся: докембрийские, палеозойские и мезозойские метаморфические образования (породы) различных орогенических областей; пять возрастных и петрографических разновидностей изверженных пород (докембрийские гранитоиды и основные интрузии, палеозойские граниты (батолиты), палеозойские и более молодые малые интрузии, третичные дайки и т. п.). Цвет как наиболее сильное изобразительное средство в одних случаях выделяет докембрийские и палеозойские преимущественно метаморфические породы (Новая Англия, запад США, Канадский щит), в других — петрографические разности пород (докембрийские габброиды Канадского щита); для показа петрографических разностей пород также широко используется разнообразный, в том числе цветной, крап. Области распространения осадочных пород изображены особыми линиями с цветной отмывкой: в основании верхнего докембрия, верхнего палеозоя, триаса, юры, мела, а также в основании нижне- и верхнетретичных отложений. Чрезвычайно важное значение при составлении карты придавалось метаморфизму, который наряду с возрастом послужит основой разделения орогенических областей.

К числу наиболее существенных достижений карты США относится разработка способов изображения структурных элементов. Впервые для характеристики столь крупной территории был при-



менен метод структурных контуров, или стратоизогипс, по 19 горизонтам с сечением 500 футов; в качестве опорных были выбраны горизонты, наиболее полно развитые на больших площадях. Этот способ успешно применен для территории Североамериканской платформы, Скалистых гор и плато Колорадо, а также для изображения структуры плитных комплексов на юго-востоке континента и, частично, отложений, выполняющих межгорную впадину Калифорнии. С целью анализа структуры глубоких горизонтов, дискордантно перекрытых молодыми отложениями, использован способ двойных контуров, что высоко оценил Н. С. Шатский. Важным достоинством карты является попытка типизации разрывных нарушений по их морфологии — выделены пологие надвиги и шарьяжи, крутые взбросы и надвиги, нормальные (крутопадающие) сбросы, сдвиги, разломы с неустановленным характером перемещения, а также системы кулисообразных сбросов.

Тектоническая карта США составлялась большим коллективом известных специалистов. Она имела исключительно важное значение для разработки принципов и способов тектонического районирования на американском континенте; существенна его роль для развития структурных методов тектонической картографии и в Европе. Но отсутствие историко-геологической направленности, а также отдельные несовершенства легенды вызвали обоснованные критические замечания современников. Так, признавая большие достоинства тектонической карты США и ее значение для разработки методов тектонической картографии, Н. С. Шатский [1963] писал, что в части платформенной она выполнена очень хорошо, но изображение складчатых областей считал неудовлетворительным даже по сравнению со способами, уже разработанными для тектонических схем в Европе и СССР.

На основе легенды Тектонической карты США была составлена в 1950 г. и Тектоническая карта Канады масштаба 1 : 2 500 000 (под редакцией Д. Р. Дерри). Однако, сохранив структурно-морфологическую направленность, канадские тектонисты по-прежнему подошли к типизации выделяемых элементов. Среди возрастных и петрографических подразделений за основу они выбрали группы осадочных и вулканических пород, а также интрузий; метаморфизм занимает подчиненное положение. Очень большое значение придавалось степени дислоцированности отложений; наряду с возрастом этот признак характеризует различные складчатые сооружения Канады, а метаморфизм указывается зачастую лишь в пояснениях.

В качестве особого методического приема следует отметить многочисленные несистематизированные сведения и пояснения на полях канадской карты, которые, по-видимому, призваны были повысить ее информативность. Но этот прием не может быть отнесен к числу достоинств в связи со случайностью информации и слабым уровнем ее обобщения.

Таким образом, 40-е годы знаменовали собой новый этап развития тектонического районирования — появились тектонические

карты на стандартной топографической основе, позволяющие совершенствовать уже известные и разрабатывать новые способы моделирования строения и развития изучаемых территорий. Н. С. Шатский отмечал, что тектонические схемы конца прошлого — начала текущего столетия содержали преимущественно сведения о линейных формах — простираниях складчатых толщ, осях складок, разломах, лишь позднее на этих схемах нашли отражение области разного возраста и происхождения. К 30—40-м годам «в методике составления тектонических карт замечаются попытки, так сказать, объемного изображения структур и истории их развития либо в виде наложения нескольких знаков друг на друга, либо в виде довольно сложной системы цветных обозначений» [Шатский, 1963, с. 462].

Среди составленных с позиции «объемного изображения структур и истории их развития» необходимо упомянуть Тектоническую карту Урала масштаба 1 : 2 000 000, составленную Н. П. Херасковым [1948]. Она имеет существенное значение для понимания того, как совершенствовались принципы и методы тектонического районирования в 40-е годы. Основное назначение карты Н. П. Хераскова — показать морфологию структурных элементов складчатого сооружения в сочетании с историей их развития, и легенда позволяет представить способ достижения этого. В ней главными элементами являются структурные этажи (доуралиды, уралиды и нерасчлененный платформенный покров), соответствующие основным этапам формирования структуры региона. Уралиды и доуралиды имеют геосинклинальную природу и, в свою очередь, по типам разрезов делятся на подэтажи со своими структурами первого и второго порядка: «Разделение отложенный каждого этапа проводится по типам разрезов. В основу такого разделения взяты степень полноты и непрерывности разреза. Такой способ легче всего ведет к выявлению отдельных геосинклиналей, а также более мелких прогибов и поднятий» [Херасков, 1948, с. 128].

Тектоническая карта Южного Урала отражает определенный этап совершенствования способов тектонического районирования, впервые использованных на примере районирования северо-востока Азии [Кропоткин, Херасков, 1939] и в последующем плодотворно разрабатываемых в тектонической картографии. Кроме дальнейшего развития принципа структурных этажей, карта Н. П. Хераскова содержит начала районирования по типам разрезов, что весьма существенно при выделении палеотектонических элементов структуры (геоантиклиналей и геосинклиналей геологического прошлого).

Именно в 40-е годы в полной мере проявилась тенденция к использованию тектонических карт и схем в качестве средства научного синтеза и сравнительного геотектонического анализа. Попытки систематизировать геологические данные по отдельным континентам были известны и ранее [Архангельский, 1937; Born, 1932; и др.], как и элементы глобального синтеза [Мазарович,

1938; De Launay, 1943; Kober, 1921]. Но только в рассматриваемый период появляются материалы, свидетельствующие о попытках тектонического районирования континентов и Земли в целом на единой методологической основе. Прежде всего следует отметить *Тектоническую схему поверхности земного шара* масштаба 1 : 75 000 000 [Архангельский, 1947], на которой районирование континентов осуществлено по принципу завершающей складчатости с выделением областей докембрийской, древнепалеозойской (каледонской), новопалеозойской (герцинской), мезозойской (с особой подзоной юрских деформаций в области Скалистых гор) и третичной складчатостей, частично продолжающихся и в область Океана (Северная Атлантика). На всех континентах в областях разновозрастных складчатостей показаны районы, в разной степени перекрытые более молодыми чехлами, — попытка наряду с показом истории формирования реализовать объемности. В складчатых сооружениях единообразно показаны ориентировка и виргации складчатых систем, срединные массивы, иногда разломы (Восточная Африка).

Схема А. Д. Архангельского представляет особый интерес также в связи с тем, что на ней присутствуют элементы тектонического районирования области Мирового океана, где были выделены: срединный вал Атлантического океана, глубоководные рвы (желоба) и андезитовая линия вдоль активных окраин, а также дано районирование абиссали Тихого океана с выделением платформенных областей и «складчатых сооружений, подобных континентальным». Позднее эту схему видоизменил Н. М. Страхов [1948], в области Тихого океана показав преимущественное развитие «симатической оболочки»; в других океанах, по его представлениям, в основании существовала «сиалическая оболочка».

В заключение необходимо отметить, что появление тектонических карт и их широкое распространение не привели к отмиранию тектонических схем — они продолжали совершенствоваться, становились более лаконичными и целенаправленными на основе принципов генерализации содержания тектонических карт или подчеркивая их специализацию.

## **§ 2. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОСНОВ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ В 50—60-е ГОДЫ**

С начала 50-х годов наметились активное совершенствование принципов и методов тектонического районирования, бурный рост количества теоретических обобщений, представленных различными тектоническими картами. Особое место в этом процессе занимают работы исследователей отечественной тектонической школы, создавших серию выдающихся по содержанию и научному значению карт территории СССР и его частей, Европы и Евразии. Они составлялись в рамках историко-геологического подхода с использованием различных методических установок, которые

обычно индексировались принципом возраста завершающей складчатости. Эти карты широко известны и позволяют выявить и проследить главные направления совершенствования основ тектонического районирования.

Нет необходимости рассматривать здесь все опубликованные в течение 50—70-х годов XX в. материалы, тем более что попытка их систематического анализа недавно сделана Ю. А. Косыгиным и В. А. Кулындышевым [1981], акцентировавшими внимание на иерархических уровнях выделяемых тектонических элементов, а также на отношениях принципов составления конкретных карт к структурно-вещественному подходу. Сведения об отдельных тектонических картах рассматриваемого периода также содержатся в работах Б. П. Бархатова [1979], Ч. Б. Борукаева и Л. М. Парфенова [1972], Ф. Кинга [1972], В. А. Соловьева [1975], Т. Н. Спизарского [1973] и других исследователей. Поэтому очень кратко остановимся лишь на работах, наиболее полно отражающих основные тенденции развития принципов районирования в указанное время. Наше внимание будет сосредоточено преимущественно на постановке общей задачи районирования, типах анализируемых неоднородностей (тектонической зональности), систематиках тектонических элементов, а также на оценке анализируемой карты с позиции совершенствования принципов и методов тектонического районирования.

Обзор материала для удобства восприятия разделим на четыре части: тектонические карты территории СССР в целом; региональные карты СССР; карты континентов, составленные отечественными геологами или под их руководством; основные материалы зарубежных авторов.

## **Тектонические карты СССР**

Тектоническая карта СССР и сопредельных стран в масштабе 1 : 5 000 000 была составлена к XX сессии Международного геологического конгресса в 1956 г. и стала результатом логического продолжения работ по созданию первой тектонической карты СССР в масштабе 1 : 4 000 000 (1952 г.), подготовленной в Геологическом институте АН СССР под редакцией Н. С. Шатского. К составлению Тектонической карты СССР и сопредельных стран кроме сотрудников Геологического института были привлечены геологи многих организаций Москвы и Ленинграда.

На момент составления тектонических карт СССР не существовало ни общепринятых условных обозначений для такого рода документов, ни достаточно разработанной классификации тектонических форм, которые должны были бы изображаться на топографической основе мелкого масштаба. Авторы карт поставили перед собой смелую задачу: определить пути картографического синтеза геологических данных для громадной территории, равной 1/5 площади всей суши. Указанные карты стали фундаментом отече-

ственной тектонической картографии, при их составлении были разработаны способы тектонического районирования и изображения разнотипных структурных элементов, широко используемые в последующем не только в нашей стране, но и за рубежом.

В объяснительной записке к карте 1956 года [Шатский, Богданов, 1957] ее составители отметили, что новая карта содержательнее предыдущей, но принципы выделения и изображения тектонических элементов существенно не изменились. Поэтому объяснительной запиской можно руководствоваться при чтении обеих карт; это дает нам основание ограничиться разбором более поздней.

В основу районирования был положен принцип возраста завершающей складчатости, определяемого «рубежом между периодом геосинклинального развития и периодом платформенного развития исследуемой тектонической зоны» (там же, с. 7). С помощью метода, основанного на этом принципе (см. гл. II, § 3), были выделены наиболее крупные провинции, уточнена Тектоническая схема СССР [Архангельский, Шатский, 1933]. Но внутри этих областей районирование было проведено с использованием структурных и формационных критериев, позволяющих отображать тектонические элементы платформ и складчатых областей, их структурные этажи и ярусы, интрузивные массивы складчатых сооружений, глубину залегания складчатого основания плит и пр. Следовательно, кроме возраста складчатости при тектоническом районировании была сделана попытка учесть неоднородности состава отложений с точностью до формаций или формационных комплексов, а также состава интрузивных массивов (гипербазиты и габбро, гранитоиды и щелочные породы). Вертикальная неоднородность верхней части земной коры была отображена структурными этажами и ярусами — впервые при тектоническом районировании крупных регионов был использован принцип выделения структурных ярусов, придающий картам элемент объемности и наполняющий их историко-геологическим содержанием.

Главными подразделениями Тектонической карты СССР и сопредельных стран являются: *докембрийские платформы* (Русская и Сибирская); области *палеозойской* складчатости, включающие *каледонские* (Норвегия и юг Сибири) и *герцинские* (Алтай, Центральный Казахстан, Тянь-Шань, Урал, Таймыр и др.) складчатые сооружения, Западно-Сибирскую и Туранскую плиты, а также эпигерцинскую платформу юга европейской части СССР; область *альпийской складчатости* юга СССР и прилегающих территорий; область *мезозойской складчатости* востока СССР и Монголии; область *кайнозойской складчатости* Тихоокеанского пояса. В свою очередь, в складчатых областях обособлены антиклинории, синклинории, «жесткие», или срединные, массивы и внутренние впадины, а в пределах платформ — щиты и плиты, антеклизы и синеклизы. Особое внимание уделено пограничным структурам платформ и складчатых областей — выделены краевые швы и краевые прогибы.

Карта сопровождается легендой, включающей более 90 типов площадных и 20 типов линейных знаков. Легенда и система надписей позволяют считывать с карты положение и название второстепенных структурных элементов платформ (поднятия, впадины, седловины, плакантиклинали, купола, флексуры и пр.), а также складчатых сооружений (тектонические зоны, прогибы и др.). Внутреннее строение областей разновозрастной складчатости расшифровывается знаками и системой индексации структурных ярусов. С помощью стратоизогипс была решена задача объемного расчленения структуры платформенных чехлов.

Краткая объяснительная записка, опубликованная через год после выхода в свет тектонической карты, позволяет глубже понять содержание комплексного метода тектонического анализа, разработанного коллективом составителей под руководством Н. С. Шатского. По существу, на Тектонической карте СССР и сопредельных стран изображены не только области разновозрастной складчатости и платформы: разработанная систематика тектонических элементов позволяет наполнять их структурно-вещественным содержанием. Каждый выделяемый на карте элемент в той или иной степени характеризуется особыми, свойственными только им осадочными формациями, специфическими формациями и рядами изверженных пород, особыми структурными формами, специфической металлогенией и т. д. [Шатский, Богданов, 1957].

Положив начало крупным теоретическим обобщениям, Тектоническая карта СССР и сопредельных стран предстала в качестве универсальной модели, синтезирующей разнообразные материалы по геологии громадного региона. Появилась теоретическая основа для выводов о закономерностях тектонического развития, составления различного типа металлогенических карт и карт прогноза месторождений полезных ископаемых на территории СССР.

Тектоническая карта СССР масштаба 1 : 10 000 000 (1961 г.)\*, составленная по материалам Комиссии по тектоническим картам АН СССР и вышедшая под редакцией А. А. Богданова, представляет собой замечательный итог научного поиска в области тектонического районирования и тектонической картографии. В содержательной части эта карта отражает основные результаты предшествующей Тектонической карты СССР и сопредельных стран (1956 г.), но за счет продуманной генерализации и удачных картографических решений не только сохраняет ее главные положения (систематика тектонических областей и их подразделений), но и содержит их детализацию и уточнения.

Прежде всего А. А. Богдановым сделана попытка генеральной сегментации территории СССР: выделены Атлантический и Тихоокеанский сегменты, различающиеся общим стилем тектоники. Говоря об основных достоинствах рассматриваемой карты в сравнении с предшествующими, следует отметить, что, разрабатывая

\* Здесь и далее в скобках — год публикации карты.



принципы обзорного мелкомасштабного районирования, составителям удалось:

дать детализацию строения областей древней складчатости в фундаменте Восточно-Европейской платформы — наряду с нерасчлененной архейской здесь выделены области свеко-финской, карельской и готской складчатости;

уточнить районирование палеозойд Тихоокеанского сегмента, а области варисцийской, альпийской и кайнозойской складчатости разделить на эв- и миегосинклинальные зоны;

распространить принцип изображения структуры чехлов древних платформ на все эпипалеозойские плиты, а также отдельные наложенные впадины (Зейско-Буреинская, Сунляо); при этом впервые были показаны области молодых платформ в качестве аналогов древних;

усовершенствовать систему изображаемых на тектонических картах магматических образований (ранне- и позднеорогенные гранитоиды, интрузии щелочного, основного и ультраосновного состава, зоны вулканических излияний и пр.); принципиально важным было выделение краевых вулканических поясов;

усовершенствовать систематику второстепенных структурных элементов складчатых сооружений и платформ, а также способы их изображения на обзорной тектонической карте.

К несомненным достоинствам этой тектонической карты СССР относятся эстетичность, удачный выбор масштаба, компактность и четкость легенды, обеспечивающие удобство работы с ней.

Карта А. А. Богданова положила начало многим важным традициям генерализации тектонических обобщений, способствовала закреплению стереотипа цветовых решений тектонической картографии по методу возраста завершающей складчатости. По-видимому, ее можно рассматривать как образец оптимального соотношения масштаба карты, ее содержания и используемых изобразительных средств. Представляя собой итог многоаспектного тектонического синтеза, эта карта по праву относится к наиболее значительным достижениям отечественной тектоники.

Тектоническая карта СССР масштаба 1 : 2 500 000 (1966 г.) и ее генерализации масштаба 1 : 7 500 000 (1967 г.) были изданы под редакцией Т. Н. Спизарского; объяснительной запиской к ним служит его монография (1973 г.), с большой полнотой представляющая исходные принципы, методологию и особенности картографии этого фундаментального исследования, а также позволяющая уяснить теоретические установки и представления ее автора.

Основная цель составления этих карт формулируется Т. Н. Спизарским в общем определении тектонических карт: это анализ тектонической структуры земной коры территории СССР в ее динамике «с указанием тектонических режимов и связи последних с другими геологическими процессами» [Спизарский, 1973, с. 9]. В качестве исходных принципов тектонического районирования приняты «неоднородность строения коры и неравномер-

ность проявления тектонических режимов во времени и пространстве», т. е. районирование проведено по типу строения регионов (принцип типа структуры) и особенностям тектонических режимов (принцип тектонических режимов). Осуществлялось оно с помощью структурного метода, который определяется как «всестороннее изучение различных тектонических тел, начиная с элементарных, в выяснении их расположения в геологическом пространстве и взаимоотношений друг с другом»; этот же метод структурного анализа, но «применяемый для выяснения истории тектонического развития и генезиса региональных и возрастных структурных подразделений», именуется историко-генетическим (там же, с. 96).

Прежде всего следует отметить попытку Т. Н. Спизарского в объяснительной записке определить «общие и основные» понятия, из которых выводятся все последующие, а также предложения к разработке правил номенклатуры и терминологии тектонических подразделений. Авторская формулировка таких понятий, как «геологическое пространство», «геологическое и тектоническое тело», «тектоническая структура», «тектонический регион», «тектонический режим», позволяет всесторонне представить достоинства анализируемых карт, оценить перспективы предложенного метода тектонического районирования. С современных позиций не все определения Т. Н. Спизарского отличаются логическим совершенством, иногда им свойствен элемент тавтологичности, излишняя детализация выводимых определений подчас противоречит исходным понятиям, но постановка вопроса представляется принципиально важной для оценки методологического уровня исследования.

Основными типами тектонических элементов здесь выступают региональные и возрастные подразделения, охарактеризованные режимом развития, причем представления о тектонических режимах служат генетической основой классификации этих подразделений. Наиболее общими категориями выступают режимы геосинклинальной, континентальной и океанической коры; соответственно в первой категории выделяются собственно геосинклинальный режим, режим срединных массивов, а также импозитивный, во второй — платформенный режим, режим областей завершённой складчатости (орогенный и койлогенный) и омогеосинклинальный, а в третьей — режим океанической платформы. Нетрудно видеть, что основные «режимные» категории соответствуют регионам с определенным типом земной коры. Соответственно в регионах с геосинклинальной корой на картах обособляются геосинклинальные пояса, области, системы и срединные массивы геосинклинальных областей, в регионах с континентальной корой — регионы завершённой складчатости (орогенные пояса, складчатые системы четырех типов, срединные массивы, а также импозитивные магматические пояса), койлогенные области и континентальные (древние. — *Б. Ч.*) платформы, а в области океанической коры — океанические платформы (талассократоны).

Детализация структуры крупных регионов осуществляется путем выделения тектонических комплексов (геосинклинальных, омогеосинклинальных, орогенных, импозитивных, а также фундамента), их структурных ярусов и подъярусов и очень дробной системы интрузий, причем ярусы и интрузивные образования скоррелированы по времени образования. Таким способом удалось с большей, чем это было сделано ранее, полнотой охарактеризовать выделяемые региональные подразделения, подчеркнуть своеобразие строения и развития внешне сходных областей, которые ранее определялись лишь как однотипные области определенного возраста складчатости. Впервые на структурные ярусы расчленены чехлы древних платформ, а в их фундаментах выделены складчатые системы; в регионах завершенной складчатости удалось отразить направленность развития и частичную повторяемость стадий общего тектонического режима: «в Уральской, Кунь-Лунской, Таймырской, Монгольской, Сихотэ-Алинской система геосинклинальный режим возобновлялся дважды, а в границах Кавказской системы даже три раза» [Спикарский, 1973, с. 226].

Тектонические карты СССР масштаба 1 : 2 500 000 и 1 : 75 000 000, составленные под редакцией Т. Н. Спикарского, представляют собой результат обобщения громадного фактического материала, накопленного геологической службой СССР, на основе представлений о типах структур и тектонических режимах. Разработанная Т. Н. Спикарским система тектонического районирования и описания региональных подразделений отличается прежде всего усилением палеотектонического исторического аспекта сегментации геологического пространства. Картам свойственна большая детальность, содержательность, интересные картографические решения. Но любая тектоническая карта является и определенной моделью теории, отражающей организацию знания об объекте исследования. У Т. Н. Спикарского она объединяет структурные, динамические, историко-геологические и генетические системы представлений, что не способствует доходчивости построений. Кроме того, пересечение признаков полей приводит к появлению областей неопределенности, где решение достигается не путем научной постановки задачи и использования научного метода, а становится часто результатом интуиции, приближается к тому, что принято называть искусством.

### **Тектонические карты регионов СССР**

По неполным данным в течение 50—60-х годов было опубликовано более 80 региональных тектонических карт и схем республик, областей и географических районов СССР в масштабе от 1 : 4 000 000 до 1 : 1 000 000; не меньшее количество подобных материалов было подготовлено ограниченным тиражом для нужд производства различными геологическими службами. При их составлении обычно использовались принципы тектонического районирования, разработанные А. Д. Архангельским, Н. С. Шатским,

А. А. Богдановым, Т. Н. Спизарским и другими исследователями на примерах обзорных карт территории СССР: возраст складчатости, тектонические режимы и тектонические комплексы, структурные этажи и ярусы, тип структуры, морфология структурных элементов и пр. В качестве главных элементов районирования на этих картах выступают области того или иного возраста складчатости, участки платформенного строения, краевые прогибы и внутренние впадины, в которых и проводится собственно региональное районирование на элементы второго порядка: складчатые и структурно-формационные зоны, синклиории и антиклиории, прогибы и поднятия, выступы, массивы, блоки и т. п. Их внутренняя структура, как правило, характеризуется с помощью структурных ярусов и подъярусов, формационный состав и возрастной объем которых определяются с учетом региональной конкретизации, широко используются детализация состава и возраста интрузивных массивов, показ разнообразных типов структурных форм, в том числе и с помощью изолиний, картирование маркирующих горизонтов, а также внемасштабная нагрузка.

Очень часто стремление детализировать картину за счет концентрации на региональных картах разнообразных интересных, но подчас случайных характеристик, известных к моменту их составления, приводило к эклектичности карт, утрате единства принципов районирования, снижало теоретический уровень важных обобщений. Вместе с тем анализ региональных карт показывает, что общие принципы тектонического районирования, пригодные для составления обзорных мелкомасштабных карт, не всегда удовлетворяют практическим нуждам. И ретроспективный обзор региональной тектонической картографии наглядно отражает творческий поиск в постановке задач районирования, в совершенствовании его методов и средств.

Учитывая ограниченные возможности детального районирования по принципу возраста завершающей складчатости, составители региональных карт пытались найти более конструктивный подход. При этом использовались противопоставление складчатых систем относительно консолидированным участкам (принцип сравнительной лабильности [Рубинштейн, 1951; Гамкрелидзе, 1964]), анализ типов складчатых деформаций [Белоусов, 1948; Вардамянц, 1955; Сорский, Кириллова, 1955], выделение формационных комплексов «осадочных и вулканогенно-осадочных отложений, отдельные горизонты которых связаны между собой парагенетически» [Аслаян, 1958, с. 362], исследование особенностей истории тектонического развития структур во время накопления изучаемых отложений [Рыжков, 1962] или определение возраста «жизни» тех или иных структурных элементов [Шихайлибейли, 1963] и др. Указанные и многие другие попытки, направленные на совершенствование тектонического районирования применительно к местным условиям, иногда имели и более общее значение. Но не следует обольщаться тем, что формулировки принципов выглядят столь

несходно: очень часто различия между ними не более чем терминологические.

Рассмотрим отдельные примеры региональных тектонических карт, при составлении которых в той или иной степени решались общие вопросы тектонического районирования.

В целях получения «ясного и точного представления об ... объеме и форме складок, возрасте и составе слагающих их пород, характере залегания пластов, свит и изверженных пород, типе сочленения структур друг с другом, возрасте главного этапа формирования того или иного структурного комплекса, той или иной тектонической зоны» Л. А. Варданянц [1955, с. 7] использовал особый прием изображения тектонической ситуации на воображаемом срезе, близком к осредненному рельефу местности.

Составленная под его редакцией тектоническая карта Кавказа была ориентирована на выделение участков и зон однотипных дислокаций, которые «изображаются посредством форм залегания и физических особенностей геологических объектов» (там же, с. 10), но в целом представляет собой схематизированную геологическую карту региона.

Указанный морфологический принцип районирования имеет в основе представления В. В. Белоусова [1948] о полной, прерывистой и промежуточной складчатости, позднее детализированные И. В. Кирилловой и А. А. Сорским (1956 г.), на схеме тектонического районирования Кавказа выделившими 10 типов складчатых зон: глыбовых, изоклинальных, дисгармоничных и других складок.

Одним из наиболее интересных примеров регионального районирования на основе принципа возраста главной складчатости является «Тектоническая карта Хабаровского края и Амурской области масштаба 1 : 1 500 000», составленная под редакцией Л. И. Красного (1959 г.). Общий интерес она представляет в связи с тем, что кроме уточнения структуры региональных тектонических элементов и их номенклатурной типизации, при составлении этой карты были поставлены вопросы, имеющие важное значение для совершенствования принципов тектонического районирования. Прежде всего, была сделана одна из первых попыток выделения областей тектонической активизации — на карте показаны районы палеозойско-мезозойской и позднемезозойской складчатости, охваченные более поздними орогеническими движениями. Интересна попытка тектонической классификации различных по составу интрузивных массивов относительно преобладающих орогенических движений с выделением до-, син-, поздне-, пост-, теле- и анорогенных (платформенных) интрузий; позднее этот принцип был использован и при составлении «Тектонической карты Евразии» [1966]. Все выделенные тектонические элементы охарактеризованы составом за счет отнесения к тому или иному формационному комплексу, а также показом типа породной ассоциации или фации метаморфизма. Особо среди зон разломов выделены зоны смятия (дробления и расщепления пород).

Детализация принципа возраста главной складчатости путем выделения разнотипных структурных ярусов и тектонических комплексов наиболее полное выражение нашла при составлении Тектонической карты Северо-Востока СССР под редакцией Ю. М. Пуцаровского (1965 г.). В объяснительной записке авторы писали, что они стремились отразить на карте не только морфологию и время образования структур, но и особенности их геологического развития, а главной целью ставили создание основы для мегаллогенического районирования [Белый и др., 1964]. Это осуществлялось путем расчленения разновозрастных отложений на главный геосинклинальный и орогенный комплексы, а также комплекс основания, которые, в свою очередь, делились на структурные ярусы, охарактеризованные формационным составом. Составителям удалось показать своеобразие тектоники обширного региона, а типизация строения и истории формирования мезозойд способствовала расширению общих представлений о геосинклинальном процессе. К несомненным достижениям общего порядка относятся также разработка приемов тектонического районирования складчатых областей многогеосинклинального типа, попытка увязать особенности магматизма со стадиями орогенических превращений и становления земной коры континентального типа, анализ строения и тектонической природы Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, типизация послегеосинклинальных структур и т. п.

Подробная тектоническая схема Памира [Бархатов, 1963] также является примером районирования на основе детализации принципа возраста завершающей складчатости. Вся территория рассматривается как часть складчатого пояса, внутри которого выделяются складчатые системы, «где последний геосинклинальный период развития закончился более или менее одновременно»; дальнейшее районирование складчатых систем и выделение тектонических зон проводится по трем признакам: «времени завершения последнего периода геосинклинального развития; длительности и особенности последокембрийской геосинклинальной истории; преобладающей тенденции вертикального движения в послегеосинклинальный период. Достаточно одного из этих признаков, чтобы участки складчатой системы различались друг от друга» [Бархатов, 1979, с. 145]. Еще более детальное районирование проводилось с учетом «различий в стратиграфическом и формационном типе разрезов и их структуре» (там же). Кроме датального районирования, схема Б. П. Бархатова отражает стремление наиболее полно показать историю геологического развития региона: с помощью выделения возрастных структурно-формационных комплексов и их частей — ярусов — сделана удачная попытка расшифровать условия тектонического развития региона «на всем протяжении от докембрия до четвертичной эпохи» (там же, с. 147).

Региональные тектонические карты играют чрезвычайно важную роль в деле обобщения и синтеза громадного фактического материала геологических и геофизических съемок, в деле создания базы общих научных представлений о тектонике региона. При их



составлении уточняются и углубляются более общие модели строения и развития, определяются характерные черты региональной тектоники, проводятся сравнительный анализ и типизация основных тектонических элементов, исследуются типы их сочленения и пограничные структуры, вырабатываются новые приемы тектонического районирования. Вместе с тем распространенным недостатком региональных тектонических карт 50—60-х годов является относительно слабая упорядоченность классификаций тектонических элементов, что выражается субъективностью выделения их основных классов, несоразмерностью и отсутствием соподчиненности, а также отсутствием связи с более общими систематиками.

### Тектонические карты Европы и Евразии

Международная тектоническая карта Европы масштаба 1 : 2 500 000 (1964 г.) была составлена большим коллективом специалистов почти из 30 стран под общим руководством Н. С. Шатского и А. А. Богданова; работы по подготовке ее к печати и издание проводились в СССР. В основе этой карты лежат общие принципы тектонического районирования, использованные при создании карт СССР, но существенно доработанные и уточненные.

«Возраст складчатости был тем основным признаком, по которому произведено разделение изображенной на карте территории на естественные геологические районы» [Шатский, 1963, с. 526]; в результате были выделены области архейской, протерозойской (свеко-феннской, карельской, готской и др.), байкальской (асинтской, кадомской), каледонской, герцинской (варисцийской) и альпийской складчатости. Но при их районировании были основательно разработаны принципы латеральной и вертикальной неоднородности структуры складчатых сооружений. Н. С. Шатский и А. А. Богданов подчеркивали, что тектоническая зональность служит одним из важнейших признаков «складчатых геосинклинальных областей», что «зональное расчленение складчатых поясов и их разделение по простиранию можно производить только путем выделения структурных этажей и типов геосинклиналей» (там же, с. 535). Детализация этого тезиса осуществлялась делением структурных этажей на подэтажи, изображением элементов, подчеркивающих структурную зональность складчатого сооружения (антиклинальные и синклинальные зоны, краевые и внутренние впадины, цепочки интрузий), а также выделением эв- и миогеосинклинальных зон, обособление которых проводилось «не только по характеру магматической деятельности, но и по особенностям рядов слагающих их осадочных и вулканических пород» (там же, с. 529).

Принцип возраста формирования использован и при характеристике платформ: «Платформы так же различаются по возрасту, как и складчатые области. В пределах Европы развиты, во-первых,

относительно молодые платформы, возникшие в результате байкальской (ассинтской), каледонской и варисцийской (герцинской) складчатостей... Древние платформы, занимающие обширные территории Европы, Азии и Африки, отличаются от молодых тем, что первые возникли в начале рифейской эры и представляют собой блоки, оставшиеся от раздробления огромной платформы протерозоя» [Шатский, 1963, с. 531].

При составлении Международной карты Европы авторы руководствовались тезисом о том, что в складчатых сооружениях всегда выделяется несколько структурных этажей, соответствующих определенной стадии развития геосинклинальной области. При этом стадийность развития коррелировалась с определенным типом ассоциаций формаций: в соответствии с легендой карты ранним стадиям отвечают спилит-кератофировая, яшмовая и кремнисто-сланцевая формации, средним — различные граувакковые, сланцевые и карбонатные ассоциации, а поздним — флиш и моласса. Углубленный анализ формационного состава при характеристике тектонических элементов — наиболее важная особенность анализируемой карты. Впервые с такой полнотой был поставлен вопрос о необходимости осадочных и вулканогенных формаций, а также интрузивных тел в связи с тектоническим районированием. Н. С. Шатский и А. А. Богданов подчеркивали, что интрузивные массивы «имеют такое же важное значение для характеристики тектонических условий, как и выделение осадочных и вулканогенных ассоциаций» (там же, с. 532), поэтому на карте получили место ранне-, средне- и анорогенные гранитоиды, ультраосновные и основные массивы (офиолиты), ультращелочные породы, а также различные виды метаморфизма (метаморфические сланцы, продукты мигматизации и гранитизации).

Таким образом, при составлении Международной тектонической карты Европы большое внимание было уделено совершенствованию представлений о структурных этапах и использованию этого понятия в целях тектонического районирования, были уточнены представления о различных видах тектонической зональности. Но составители ясно понимали, что в процедуре выделения на тектонических картах «как СССР, так и Европы структурных этажей, а также эвгеосинклиналей и миеосинклиналей еще очень много субъективного. Требуется дальнейшая большая работа в этом направлении» [Шатский, 1963, с. 535].

Международная карта Европы стала крупнейшим достижением в области тектонической картографии, в ней «была достигнута наибольшая полнота и строгость модели», построенной на основе идей и принципов, выдвинутых А. Д. Архангельским и Н. С. Шатским [Юсыгин, Кулындышев, 1981, с. 94]. Она сыграла выдающуюся роль в совершенствовании принципов и методов тектонического районирования, внедрения их в международную геологическую практику, особенно европейских и североафриканских государств, открыла новые широкие возможности для сравнительного тектонического анализа на общей методологической основе.

Традиции крупных тектонических обобщений были творчески развиты при создании Тектонической карты Евразии масштаба 1 : 5 000 000 (1966 г.), составленной под общей редакцией А. Л. Яншина. Основная цель этого глобального синтеза — познание пространственных и хронологических закономерностей строения и развития земной коры самого крупного материкового массива Земли [Тектоника..., 1966]. Как и на всех предыдущих картах, тектоническое районирование Евразии проводилось на основе принципа возраста главной складчатости, заканчивающей геосинклинальное развитие, но в процессе работы он был существенно скорректирован: «выделение областей этих разновозрастных складчатостей удается произвести скорее по характеру тектонического развития того или иного участка земной коры, по типу формаций, по строению разреза, чем по времени проявления складкообразовательных процессов» (там же, с. 444).

Учитывая особенности геологии Азии, на карте были выделены области дорифейской складчатости, тектонические и близкие к ним по возрасту области саамской (древнее 2200 млн. лет), беломорской (2000—1800 млн. лет), карельской (1900—1500 млн. лет) и сатпурской (1500—900 млн. лет) складчатости, а также байкалиды, ранние и поздние каледониды, герциниды, мезозойды, альпиды Средиземноморья и кайнозойды востока Азии; каждая из этих областей расчленена на элементы: синклинии, антиклинории и внутренние (срединные) массивы. Области платформенного строения по возрасту основания разделены на три категории: древние (дорифейские), эпибайкальские и эпипалеозойские, наиболее крупные структурные элементы которых — синеклизы, антеклизы и щиты (выступы основания).

При характеристике складчатых сооружений и платформенных чехлов широко используется принцип структурных ярусов и подъярусов, возрастной объем которых и состав для конкретных регионов существенно различаются. Кроме того, «основные черты структуры древних щитов были выявлены путем выделения крупных тектонических комплексов», при характеристике которых широко использовались геохронологические (радиометрические) данные, результаты структурного и формационного анализа [Тектоника..., 1966, с. 33].

Руководствуясь принципом направленности и необратимости характера тектонических процессов в истории Земли, составители Тектонической карты Евразии стремились отразить идею эволюции геосинклиналей разных эр и складчатых сооружений, возникших в разные эпохи, а также выразить особенности развития платформенных чехлов в зависимости от возраста их складчатого основания путем сообщения карте «характеристики ее различных областей в отношении формаций, морфологии структур, магматизма и металлогении» (там же, с. 13).

К принципиально новым решениям относится выделение орогенного структурного яруса (наряду с геосинклинальным и платформенным) в областях байкальской, герцинской, мезозойской и

альпийской складчатости, который по времени соответствует «эпохе окончания геосинклинального режима, складчатости и горообразования». Этот прием позволил провести типизацию наложенных структур (краевых прогибов и внутренних впадин), выполненных различными формациями. Но при этом составители не решились отнести к классу орогенных элементы типа средне- и верхнепалеозойских впадин и прогибов на каледонидах и байкалидах Тянь-Шаня, Казахстана и Алтае-Саянской области, наложенные впадины восточной окраины Азии, а также впадины, связанные с эпиplatformенным орогенезом неотектонического этапа развития континента. Точно так же к категории самостоятельных структур был отнесен и Чукотско-Катазиатский вулканогенный пояс.

При составлении карты Евразии продолжался поиск способов группирования магматических образований, наиболее отвечающего целям тектонического анализа. На ней показано около 20 разновидностей гранитоидов, отличающихся по возрасту, составу, структурному положению и отношению к складчатости (собственно геосинклинальные и внегеосинклинальные, или платформенные; син-, поздне- и послеорогенные массивы), обособлены плутоны ультраосновных и щелочных пород, а также трапповая формация древних платформ, кайнозойские платобазальты и «совершенно особые» вулканы Чукотско-Катазиатского пояса. Такое деление магматических образований отражает стремление составителей карты всесторонне учесть особенности состава и тектонического положения минеральных масс, играющих важную роль при анализе структуры и эволюции земной коры континента.

Полнота тектонического анализа достигалась также продуманными схемами типизации разрывных и складчатых нарушений, способами районирования платформенных чехлов с помощью систем изопахит и стратоизогипс, а также введением различных дополнительных знаков.

С позиции совершенствования основ тектонического районирования наиболее важным представляется то, что Тектоническая карта Евразии положила начало полному районированию не только материковых массивов, но также акваторий. На ней впервые в картографической совершенной форме были представлены тектонические провинции ложа Мирового океана, включая внутренние моря, а также зоны взаимодействия континентальных и океанических геоблоков, показано принципиальное различие строения земной коры этих геоблоков, дан перспективный вариант систематики «океанических» структур и их пространственных соотношений. Несмотря на отдельные несовершенства терминологического плана этой систематики, заключающиеся в пересечении признаков разных понятийных систем (тектонических, геоморфологических, геофизических), она была с успехом использована практически во всех последующих построениях (см. [Боголепов, Чиков, 1976]).

В области абиссали выделены были: древние (допалеозойские) и молодые (возникшие в палеозое и мезозое) плиты, океанические хребты глыбовой структуры и сводовые поднятия базальтовой

коры (валы), краевые валы океанических платформ и срединно-океанические хребты.

«Переходная область» интерпретировалась как область с ярко выраженными признаками эволюции геосинклинальных систем, находящихся на ранних, зрелых и завершающих стадиях развития или уже завершивших его. Подчеркивая условность районирования переходной зоны на геосинклинальные и складчатые структуры, авторы объяснительной записки тем самым обращали внимание на очень важную проблему тектонического анализа. На карте нашли отражение: геосинклинальные зоны, или складчатые и геосинклинальные системы, по морфологии, геофизическим характеристикам и особенностям вулканизма разделенные на три типа; геосинклинальные котловины (глубоководные котловины, лишённые гранитного слоя); глубоководные океанические геосинклинальные желоба (и их аналоги в окраинных и внутренних морях); участки донеогеновой складчатости (массивы).

Для метода составления Тектонической карты Евразии характерны сочетание лучших традиций и новаторского подхода к проблемам тектонического районирования, ярко выраженная направленность на анализ эволюции тектонических процессов наряду с всесторонним исследованием структуры континента и акваторий. Эта карта и объяснительная записка к ней [Тектоника Евразии, 1966] представляют собой как бы итог историко-геологических исследований середины XX в. в области тектонического районирования на основе принципа возраста завершающей складчатости.

### **Тектоническая картография за рубежом**

На XX Международном геологическом конгрессе (Мексика, 1956 г.) при Комиссии геологической карты Мира по инициативе советских геологов была создана Подкомиссия по тектонической карте, что свидетельствовало о назревшей потребности решения общих вопросов тектонического районирования и само по себе отражало определенный уровень районирования и тектонической картографии не только в СССР, но и за рубежом. Начиная с этого момента проблемы тектонического районирования стали привлекать внимание более широких кругов зарубежных геологов.

Своеобразный обзор результатов деятельности Подкомиссии проходил в Нью-Дели на XXII сессии Международного геологического конгресса (1964 г.), на которой демонстрировались и обсуждались результаты тектонического районирования, представленные национальными службами и межгосударственными организациями практически всех континентов [Тектонические карты..., 1967]. К 1970 г. была издана серия тектонических карт зарубежных государств и целых материков. Среди них следует отметить высокий уровень карт Австралии (1960 г.), Африки (1968 г.), Северной Америки, где кроме тектонической карты континента [King, 1969] были опубликованы тектонические карты отдельных государств или их крупных частей: Канады (1965, 1969 годы),

США (1962, 1969 годы), Мексики (1961 г.) и Кубы (1965 г.). Составленные различными национальными службами, эти карты отражают региональные уровни тектонической картографии, но также позволяют видеть взаимообогащение принципов их составления за счет использования достижений тектонического районирования различных школ и направлений. В качестве примеров рассмотрим тектонические карты Австралии, Африки и Северной Америки, а также карту Канадского щита, что позволит проследить основные тенденции развития тектонического районирования за рубежом в 50—60-е годы.

На Тектонической карте Австралии масштаба 1 : 2 534 400 (1960 г.) основными элементами районирования служат крупные стратиграфические единицы, несущие определенную структурную нагрузку: нерасчлененный архей; нерасчлененный, двучленный нижний и двучленный верхний протерозой; нижний, средний и верхний палеозой; нерасчлененный мезозой и кайнозой с частичным обособлением третичных образований. В различных частях континента эти подразделения имеют неодинаковый состав, положение в разрезе и степень дислоцированности отложений; иногда в их определении указывается на тип бассейна осадконакопления (геосинклиналь, интракратонный бассейн и т. п.). Точность выделения стратиграфических единиц невелика, что отражает состояние изученности Австралии к 1960 г., а для докембрия наблюдается и существенное отклонение от стратиграфического принципа при разделении метаморфических комплексов архея и слабо метаморфизованного пологолежащего протерозоя.

Таким образом, Тектоническая карта Австралии — это схематизированная геологическая карта с элементами районирования по структурным признакам в качестве дополнительной характеристики.

Тектоническая карта Канадского щита масштаба 1 : 5 000 000 (1965 г.), подготовленная геологическими службами Канады под редакцией К. Х. Стоквелла, «в корне отличается от обычной геологической карты главным образом тем, что она не отражает стратиграфической корреляции... Тектонические границы могут пересекать стратиграфические подразделения либо по их падению, либо по простирацию, и одинаковые стратиграфические комплексы оказываются закрашенными различными цветами» [Стоквелл, 1967, с. 29]. Она является первым опытом широкого использования данных абсолютной геохронологии при тектоническом районировании по возрасту складчатости. Эти данные сопоставлены с геологическими и использованы при корреляции комплексов и орогений (табл. 2).

В качестве исходного принципа составления тектонической карты используется утверждение о том, что на Канадском щите «периоды складчатости обычно сопровождаются региональным метаморфизмом и, по существу, одновременным внедрением гранитов и других пород... Каждая складчатость включает в себя все



## Корреляционная схема докембрия Канадского щита [Стоквелл, 1967]

Эон	Эра	Подэра	Орогения 600
Протерозой	Гадригская		—800 ± 65*—
	Геликийская	Неогеликийская	Гренвиллская
		Палеогеликийская	—1280 ± 90— Эльсонская
	Эфебская		—1640 ± 95— Гудзонская
Архей			—2390 ± 100— Кеноранская

\* Средний возраст орогения и стандартное отклонение — в млн. лет; определение К — Ar методом по слодам.

захваченные ею осадочные и вулканические, а также плутонические породы, интродуцированные во время этой складчатости» (там же, с. 27). Определение возраста позволило выявить четыре главных орогенических периода (см. табл. 2).

Основными элементами тектонического районирования на карте Канадского щита являются указанные «складчатости», или области складчатости (кеноранская, гудзонская, эльсонская и гренвиллская), а также «ненарушенные и слабонарушенные породы, не захваченные складчатостью» на кеноранском, гудзонском (и кеноранском), эльсонском, гренвиллском основании, в свою очередь разделенные на подклассы платформенных чехлов и краевых моноклиналей; дополнительно выделяются «посторогенические структуры» (там же). Все подразделения охарактеризованы составом в форме перечня пород или их групп, иногда с указанием степени метаморфизма и других сведений (наличие органических остатков, ассоциирующие малые интрузии и т. п.).

Области разновозрастной складчатости, изображенные на карте разными цветами, дают «четкую общую картину чередования периодов диастрофизма и покоя» (там же, с. 29). В их пределах с помощью условных знаков выделены комплексы пород, переработанные одной или несколькими складчатостями, показаны метаморфические «формации» (слабо метаморфизованные породы, гнейсы и гранитогнейсы). Гранитоиды разделены на синорогенические, переработанные складчатостью доорогенические, а также выделены «несогласные граниты», относящиеся к данной складчатости, и посторогенические. Кроме гранитов показаны разновидности габбро, анортозитов, щелочных сиенитов. При характеристике типов структуры широко используются оси магнитных аномалий.

Принцип районирования докембрия по возрасту орогений,

определяемых на основе абсолютной геохронологии, в последующем был использован при составлении Тектонической карты Канады (1969 г.), Северной Америки (1969 г.) и многих других регионов мира.

Международная тектоническая карта Африки масштаба 1 : 5 000 000 была составлена под руководством Ю. А. Шуберта и А. Фор-Мюре Ассоциацией геологических служб Африки, Аравийского полуострова и прилегающих частей Евразии с учетом возраста завершающей складчатости, но принципиальной основой определения орогенических эпох (складчатостей) в докембрии служили данные абсолютной геохронологии.

Наиболее крупными «ансамблями» тектонической карты Африки являются: докембрийское складчатое основание, осадочный чехол докембрийской платформы, а также области герцинской и альпийской складчатости [Шуберт, Фор-Мюре, 1967]. Расчленение метаморфического фундамента платформы основывается на определении возраста K — Ar и в меньшей мере Rb — Sr методами, с помощью которых выделены главные элементы вертикальной неоднородности докембрия: PD (более 2650—2500 млн. лет), PC (2500—1650 млн. лет), PB (1650—1050 млн. лет) и PA (1050—620 млн. лет); особо выделяется инфракембрий (эокембрий, верхний рифей) — 620—575 млн. лет. Эпохи орогенических движений определяют рубежи этих главных подразделений, а также способствуют их более дробному членению: катархейская — около 3000 млн. лет, саамская (алгоманская, кеноранская) — 2500—2650, беломорская — 1850—2000, карельская (свеко-феннская, гудзонская) — 1650—1800, готская — 1300—1500, дальсландская (грэнвиллская) — 900—1100, байкальская — 620, кадомская — 520—550 млн. лет. С учетом этих орогений и выделяются крупные тектонические комплексы в структуре докембрия Африки. Особое внимание привлекает омоложенный Мозамбикский пояс, абсолютный возраст метаморфических комплексов которого 400—600 млн. лет.

Совместив условные обозначения докембрия с корреляционной таблицей региональных возрастных единиц, авторы карты очень наглядно показали объем и положение по вертикали основных геологических подразделений для 15 крупных регионов Африки, а также соотношение общепринятых орогений с региональными проявлениями складчатости и гранитизации.

Платформенные чехлы соответствуют эпохам стабилизации континента и на карте Африки выделяются начиная уже с PB, хотя самые древние платформенные комплексы упоминаются в пояснительном тексте уже при характеристике глубокого архея (PD). Примером служат системы кавирондо, витватерсранд, трансвааль и другие в платформенном районе Южной Африки [Шуберт, Фор-Мюре, 1967]. С рубежа 900—1100 млн. лет проводится районирование позднего докембрия Африки на геосинклинальные комплексы и соответствующие им по возрасту платформенные чехлы: рифейский (иотний, торридон) и инфракембрийский

(эокембрий). В пределах древней платформы обособляются также чехлы: палеозойский, Карру и мезозойско-кайнозойский, а за ее границами — эпигерцинский чехол Атласа и Антиатласа. Характерный элемент районирования платформенных чехлов на карте Африки — обособленные участки (зоны) эпиплатформенной складчатости герцинского (Антиатлас, Угарта, Капская провинция) и более поздних периодов деформаций. Представляет интерес также попытка изображения границ распространения древних комплексов под более молодыми отложениями (элемент объемного районирования).

Фанерозойские складчатые сооружения на карте Африки играют второстепенную роль. Районирование областей герцинской и альпийской складчатости проведено с помощью структурных этажей. Особо выделены вулканические комплексы Восточной Африки.

Тектоническая карта Африки дает образное представление об основных возрастных подразделениях и структуре континента, она «служит базой для воссоздания истории формирования и развития Африканского континента, другими словами, для определения этапов его постепенной стабилизации» [Шуберт, Фор-Мюре, 1967].

В 1969 г. была опубликована Тектоническая карта Северной Америки масштаба 1 : 5 000 000, сопровождаемая объяснительной запиской ее редактора [King, 1969]. Она была подготовлена на основе материалов и при участии представителей геологических служб США (координатор Ф. Кинг), Канады (координатор К. Х. Стоквелл), Мексики (координатор Э. де Черна) и Гренландии (координатор А. Бертельсен); ранее опубликованные карты служили основой изображения тектоники периферических участков за пределами Северной Америки. Генерализация Тектонической карты Северной Америки в масштабе 1 : 15 000 000 была издана в 1970 г. В предисловии к русскому изданию объяснительной записки А. А. Богданов писал, что создание этой карты — одно из наиболее выдающихся событий в развитии геологической науки Северной Америки, а сама карта представляет «существенный интерес для советских геологов в связи с общностью многих проблем структуры этого материка и территории СССР» [Кинг, 1972, с. 5].

Основная цель составления Тектонической карты Северной Америки вытекает из общего определения Ф. Кингом подобных работ: «...показ архитектуры верхней части земной коры, или особенностей, обусловленных деформацией и другими земными силами» (там же, с. 16). Главными элементами неоднородности строения земной коры, с помощью которых изображается структура складчатых сооружений на карте, являются тектонические комплексы, понимаемые Ф. Кингом как некоторая ассоциация пород и условий их образования, причем сформированная в определенный отрезок геологического времени. Считая возраст деформации горных пород второстепенным признаком для тектонических комплексов, он особое внимание уделял времени формирования от-

ложений и структурных элементов, ими слагаемых: «Значительно более важен длительный отрезок времени (т. е. тектонический цикл), в течение которого были образованы структуры в пределах каждого складчатого пояса» (там же, с. 54); внутри комплексов обособляются структурные этажи.

В качестве основных элементов тектонического районирования на карте Северной Америки выступают платформенные области и складчатые пояса. Тектоническими комплексами платформенных областей служат: слабо дислоцированные докембрийские образования, перекрывающие более древние складчатые сооружения, платформенные отложения на докембрийском, палеозойском или мезозойском фундаменте, а также особый комплекс вулканических образований Североатлантической провинции (платобазальты и связанные с ними вулканические и осадочные породы). Основная задача характеристики платформенных областей понимается как отображение структуры плитных комплексов: «тектонические особенности платформенных областей наиболее эффективно отображаются посредством изогипс по кровле их фундамента» (там же, с. 60).

Наиболее крупные элементы складчатых сооружений — складчатые пояса с «собственной историей и временным интервалом развития», в которых складкообразование и другие деформации произошли «в орогеническую фазу тектонического цикла» (там же, с. 222). В свою очередь, пояса расчленяются на зоны развития эвгеосинклинальных, миегеосинклинальных и других осадочных пород, а также метаморфических, плутонических и вулканических образований. Причем, по мнению Ф. Кинга, в эвгеосинклинальных зонах наиболее распространенным типом плутонических пород являются гранитоиды, а ультраосновные породы играют важную роль лишь в некоторых местах (там же, с. 15).

Все складчатые пояса Северной Америки по возрасту формирования тектонических комплексов разделены на докембрийские (Кеноранский, Гудзонский, Гренвиллский), преимущественно палеозойские (Восточно-Гренландский, Иннуитский, Аппалачский и Уошиго (Вичита)), преимущественно мезозойские (Андский и Кордильерский) и преимущественно кайнозойские (Тихоокеанский и Антильский). Главные орогенические эпохи в докембрии определяются на основе анализа данных радиогеохронологии Канадского щита; складчатые пояса палеозоя, мезозоя и кайнозоя выделяются по типу строения и развития. В качестве особого приема используется различная закрашка каждого из выделенных (даже разновозрастных) поясов. Этим достигается, с одной стороны, индивидуализация структуры складчатых сооружений, их хорошая узнаваемость на карте, но, с другой стороны, снижаются возможности для сравнительного анализа.

\* \* \*

Завершая обзор тектонической картографии 50—60-х годов, следует подчеркнуть, что этот период сыграл очень большую роль

в развитии принципов и методов тектонического районирования, совершенствовании его теоретических основ. Выражением синтеза теоретических представлений о строении и развитии земной коры крупных регионов выступают рассмотренные нами тектонические карты. Можно считать, что именно в это время тектоническая картография обособилась в самостоятельный раздел геотектоники.

Прежде всего совершенствование теоретических основ тектонического районирования прослеживается на примере углубления представлений и уточнения критериев тектонической зональности. Понятия «структурный этаж» (ярус) и «тектонический комплекс» стали основными инструментами анализа вертикальной и латеральной неоднородности строения земной коры. По мере завершения районирования всех континентов пополнялись представления о множестве основных тектонических элементов; чрезвычайно важным моментом стало вовлечение в сферу тектонического районирования океанических пространств. Появилась реальная основа для разработки общей систематики структур земной коры.

Принципиально важное значение для тектонического районирования и тектонической картографии этого периода имели результаты геофизических исследований и данные радиометрической геохронологии.

Наиболее крупные обобщения 50—60-х годов в области тектонического районирования были созданы на основе разработки принципа возраста главной складчатости с детализацией и углублением его при составлении обзорных и региональных тектонических карт. С начала 50-х годов прослеживается общая тенденция к распространению этого принципа районирования со сравнительно ограниченных регионов на крупнейшие континенты. Работы по созданию Тектонической карты мира на основе возраста завершающей складчатости заложили фундамент тектонического районирования и сравнительного тектонического анализа в масштабе планеты.

### § 3. МЕТОД ВОЗРАСТА ЗАВЕРШАЮЩЕЙ СКЛАДЧАТОСТИ И ЕГО ЭВОЛЮЦИЯ

Как показывает обзор тектонической картографии за более чем полувековой период, идея районирования геологического пространства по возрасту завершающей складчатости сыграла решающую роль при моделировании тектоники крупных регионов. Принцип возраста складчатости лежит в основе составления тектонических карт СССР, Европы, Евразии, Африки и других континентов (см. выше); он является руководящим и при составлении Тектонической карты мира.

Идея, высказанная в прошлом столетии Э. де Бомоном и М. Бертраном, позднее нашла отражение в трудах Э. Ога, Г. Штилле и других тектонистов Европы и Северной Америки. Но глубокая разработка принципа главной, или завершающей, складча-

тости, а также практическое внедрение ее в качестве метода тектонического районирования и тектонической картографии всецело принадлежат советским геологам.

А. Д. Архангельский и Н. С. Шатский [1933] так сформулировали исходный принцип, положенный ими в основу составления оригинальной схемы тектоники территории СССР: *районирование производится по возрасту складчатости, после которой соответствующие участки земной коры утрачивают свойства геосинклинали и приобретают свойства плит*. Позднее указывалось: «...более точно возрастом складчатости следует считать время превращения складчатой геосинклинальной области в платформенную, т. е. рубеж между периодом геосинклинального развития и периодом платформенного развития исследуемой тектонической зоны» [Шатский, Богданов, 1957, с. 7].

Это представление о сущности возраста завершающей складчатости не оставалось неизменным; попытки уточнить его предпринимались неоднократно. К тому же термином «возраст главной складчатости» во многих случаях обозначали более широкий круг понятий, нежели это подразумевалось в принципе Бертрана. Например, Н. П. Херасков определял возраст складчатости как «приблизительное время окончания развития геосинклинальных систем и как переломную эпоху, после которой на данной площади развиваются только платформенные или другие негеосинклинальные формы и отложения» [Херасков, 1967, с. 257]; М. В. Муратов [1967, с. 18] сделал попытку выделения «платформобразующих эпох складчатости», основываясь на представлении о том, что древние платформы и складчатые пояса имеют глубокие различия в «строении и истории развития, а также, видимо, в особенностях глубинной структуры земной коры».

Несмотря на относительно произвольное толкование и невысокую точность определения возраста складчатости в конкретных районах, этот принцип способствовал проведению тектонического районирования крупных территорий на области разновозрастной складчатости, а также выделению областей платформенного развития. Постепенно сформировался так называемый метод возраста завершающей складчатости (МВЗС), сыгравший исключительную роль в развитии тектонического районирования.

Благодаря относительной простоте процедуры мелкомасштабного районирования (после определения возраста складчатости) и наглядности результатов, МВЗС завоевал широкое признание. Долгое время он был парадигмой тектонического районирования для большей части отечественных и многих зарубежных геологов, определяя стиль мышления исследователей. Уже после завершения основных работ по составлению Тектонической карты Евразии А. Л. Яншин писал: «Районирование земной коры по возрасту главной складчатости продолжает оставаться наиболее рациональным и может быть проведено на всем пространстве Евразии» [Яншин, 1965б, с. 30]. Позднее Ю. М. Пуцаровский [1971, с. 224] добавил, что принцип возраста главной складчатости «является



научно состоятельным и обеспечивающим обособление в структуре материков основных тектонических элементов». В этих высказываниях видна попытка подчеркнуть преимущество МВЗС перед другими методами, попытка дополнительно утвердить его значимость. Но что же заставило А. Л. Яншина и Ю. М. Пушаровского, как и многих других исследователей, «защитить» МВЗС?

А. Д. Архангельский и Н. С. Шатский [1933], полемизируя с М. М. Тетяевым и Д. В. Наливкиным, уже в начале 30-х годов подчеркивали, что кроме возраста складчатости на тектонических схемах необходимо показывать основные простирания складчатых сооружений и главнейшие структурные единицы второго порядка; схемы должны отображать «основные моменты тектонической истории области в платформенной фазе ее развития», а также моменты, предшествующие последней интенсивной складчатости. Они обращали внимание на то, что наличие тесной связи между складчатостью и интрузивными магмами дает важные указания также на магматическую историю страны. Из развернутых определений геосинклинали и плиты (платформы) видно, что, выделяя области разновозрастной складчатости, А. Д. Архангельский и Н. С. Шатский руководствовались не только критерием возраста складчатости, но также признаками состава и мощности отложений, а основную роль тектонических схем видели в показе «структурности и историчности».

Дальнейшая модернизация МВЗС относится к периоду составления тектонических карт СССР и сопредельных стран (1953, 1956 годы). В основе провозглашаемого метода мы видим совмещение нескольких принципов, призванных способствовать наиболее полному и содержательному отображению структуры областей разновозрастной складчатости, объема и расположения структурных этажей (ярусов) каждой зоны складчатости, а также стремление дать представление о расположении конкретных тектонических форм и интрузий. Принципиально новым было выделение структурных этажей, что способствовало дальнейшему совершенствованию тектонической картографии. По существу, возраст складчатости играет роль только при определении границ областей архейских, протерозойских, байкальской, каледонской, герцинской, мезозойской и кайнозойских складчатости, а детализация их строения проводится на основе других, главным образом структурных, признаков.

При составлении Тектонической карты Евразии (1966 г.) наметился острый кризис в области применения принципа завершающей складчатости, в результате которого для различных по возрасту сооружений принцип реализовывался по-разному; на это указал уже главный редактор карты:

эпоха «окончания геосинклиналичного режима, складчатости и горообразования», в течение которой формировался орогенный структурный ярус, выполняющий краевые прогибы и внутренние впадины, наиболее отчетливо проявлена в областях герцинской, мезозойской и альпийской складчатости» [Яншин, 1965б, с. 12];

«...За основу разделения по возрасту палеозойских складчатых сооружений на каледониды и герциниды принят формационный анализ разреза... отражающий тектонический режим данной территории в „послекаледонское“ время» (там же, с. 16);

«выделение эпох складчатости на территории щитов древних платформ проводилось главным образом на основании существующих определений абсолютного возраста различных магматических и метаморфических пород» (там же, с. 13), хотя и с учетом некоторых историко-геологических условий формирования гранитоидов.

По-видимому, основная трудность при последовательном применении МВЗС заключается в весьма приблизительной точности определения возраста этого процесса. Разные исследователи, руководствуясь особенностями геологического строения регионов, пытались определить завершающую складчатость по «последним интенсивным движениям геосинклинального типа», по «моменту появления нижней молассы», по «проявлению орогенного гранитоидного магматизма», по «времени прекращения образования геосинклинальных толщ» или «эпохе становления на месте геосинклинали размывающейся складчатой страны» и т. п. По мере усложнения задач тектонического районирования, в частности с укрупнением масштаба и увеличением детальности исследования, были выявлены и другие трудности. Но МВЗС и в настоящее время часто декларируется в качестве ведущего при картосоставительских работах, хотя уже неоднократно подвергался критическому разбору [Херасков, 1963; Борукаев, Парфенов, 1972; Спичарский, 1972].

Критическое обсуждение основ и практического применения МВЗС позволило указанным и ряду других исследователей обратить внимание на следующее:

возраст складчатости фиксирует время и последовательность проявления тектонических движений, но не представляет собой фактора, определяющего строение изучаемого региона;

фиксация возраста складчатости обнаруживает разновременность ее проявления на площади, причем трудности возрастают прямо пропорционально увеличению территории, на которой применяется МВЗС;

установление хронологической последовательности складчатостей приводит, с одной стороны, к стремлению создать «тектоническую стратиграфию», с другой — обнаруживает тенденцию к сближению с представлениями катастрофистов об эпохах планетарной складчатости;

на практике использование МВЗС обычно заканчивается тем, что «возраст складчатости» подменяется комплексом различных признаков, главным образом структурных.

К указанному следует добавить, что исходная формулировка принципа завершающей складчатости (см. выше) содержала в себе

два настораживающих положения, истоки которых следует искать в работах Д. Холла и Д. Дэна. В неявном виде из формулировки А. Д. Архангельского и Н. С. Шатского следует: все складчатые области возникают «из геосинклиналей», т. е. являются эпигеосинклинальными; существуют лишь два главных состояния земной коры, связанные определенной последовательностью, — геосинклинальное и плитное (платформенное). Оба положения нельзя считать всеобъемлющими, поскольку эта диада и предполагаемая последовательность не учитывают такие глобальные явления, как орогенез или стадия существования океана, не отражают существование внегеосинклинальной складчатости и пр.

В целом МВЗС сыграл чрезвычайно большую роль в развитии тектонического районирования, но собственно принцип возраста складчатости в «чистом виде», по-видимому, исчерпал себя уже на первых стадиях своего применения: если бы фактологическая база позволяла, то уже при составлении Схемы тектоники СССР в 1983 г. можно было бы провести границы областей разновозрастной складчатости с полнотой и точностью, соответствующими современным представлениям. Но и указанная схема составлялась не только по возрасту складчатости; большую роль играли структурные и формационные критерии. Разрабатывая МВЗС, А. Д. Архангельский и Н. С. Шатский, а также их последователи сознательно шли на «непоследовательное» использование принципа завершающей складчатости, добиваясь повышения содержательности своих карт. Остается сожалеть, что своевременно не была изменена индексация метода, что сократило бы полемику по поводу «несовершенства метода», «непоследовательности» Н. С. Шатского и пр. Вернее было бы называть метод возраста завершающей складчатости *группой методов историко-геологического подхода*, поскольку в своей незавершенной работе Н. С. Шатский [1963, с. 462] говорил об историко-геологическом подходе, имея в виду метод главной складчатости.

### ГЛАВА III

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Многие вещи нам непонятны не потому, что наши понятия слабы, но потому, что сии вещи не входят в круг наших понятий.

*Козьма Прутков*

### § 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ГЕОТЕКТониКИ

Одной из причин недооценки необходимости развивать логику естествознания В. И. Вернадский связывал с консервативной силой привычек и традиций, питаемых успехами развиваю-

щегося естествознания, и порождаемым этим процессом «ослеплением». Но кривая роста современных успехов, например теоретической геологии, скорее призывает к отрезвлению, чем к самообольщению.

Представления о научной методологии неоднозначны, а термин используется в очень широком смысле и обычно без пояснения. Поэтому очень кратко рассмотрим, что же входит в понятие методологии, сознавая, что оно постоянно меняется вместе с совершенствованием теории научного знания, структуры и содержания самой науки.

Полагая, что в основе каждой науки лежит определенный метод научной работы, В. И. Вернадский [1922] выделял три составляющие методологии: научный метод, выступающий как общее отношение исследователя к реальности (методологический подход.— *Б. Ч.*); логические приемы, или частные методы исследования природных тел и процессов; научная методика — частные теоретические и экспериментальные приемы исследования какого-либо явления или группы однородных явлений. Это представление знаменовало определенный этап рефлексии естествознания. В дальнейшем проблемы методологии науки привлекли пристальное внимание; особенно это характерно для прошедшего двадцатилетия.

«Философский словарь» [1980] дает следующее толкование методологии: совокупность приемов исследования, применяемых в какой-либо науке; учение о методе научного познания и преобразования мира. В специальной литературе современное понятие методологии науки охватывает более широкий круг вопросов. В. А. Штофф [1978], например, рассматривает методологию в качестве теории научного познания. Он обращает внимание на то, что различие между научным методом и теорией относительно, что сознательное применение методов конкретной предметной области знания невозможно без понимания ее теоретических основ, а более общие научные методы опираются на закономерности и фундаментальные понятия, свойственные всем наукам. Научная методология определяется как специальная дисциплина (метанаука), «изучающая и обобщающая методы построения научного знания и методы, с помощью которых расширяется знание, добывается новое знание, т. е. методы и формы научного исследования» (там же, с. 23). И. П. Шарапов [1977] лаконично определяет методологию как способ создания и проверки научного знания, а Н. Ф. Овчинников [1968] — как форму исследования, в которой рассматриваются средства познания и правила оперирования ими. Применительно к геотектонике В. А. Кулындышев и В. А. Соловьев считают методологическими все проблемы, связанные с ее определением как науки; в число их входят «вопросы о целях и задачах тектоники, ее объектах и предметах, а также методах и средствах» [Иерархия..., 1977, с. 7—8].

В общем случае методологические исследования способствуют более глубокому самопознанию конкретной науки, научному

анализу ее структуры, позволяют систематизировать ее методы и выяснять взаимосвязь этих методов с общими методами естествознания, способствуют разработке принципиально новых средств и методов.

Говоря о методологии геотектоники, мы будем иметь в виду все то, что позволяет исследовать структуру и совершенствовать научное знание этой предметной области. Объектом методологии служат прежде всего логическая и гносеологическая структура геотектоники, ее цели и задачи, принципы, методы и средства, объекты и предметы исследования. Одной из важнейших задач современной методологии геотектоники является анализ языка науки, который выступает в качестве необходимой формы выражения познавательной задачи, способов ее решения и фиксации результатов (см. [Косыгин, 1969; Быков, 1974; Соловьев, 1975; Шарапов, 1977; и др.]).

## § 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ ГЕОТЕКТОНИКИ

Объективные и субъективные факторы влияют на развитие знания. Оно не всегда идет по наиболее оптимальным направлениям, осуществляется сообществами, по-разному понимающими цели и задачи избранных научных дисциплин. Анализируя состояние конкретной отрасли знания и пути ее становления, мы будем говорить о методологических категориях, которые формируют исследовательскую позицию и стиль мышления ученого, обуславливают выбор объектов, методов и задач исследования, влияют на конечный результат. При этом представляется удобным пользоваться термином *парадигма*. В научный обиход оно было введено Т. Куном [1975], который обозначал им широкий круг понятий — от общепринятой совокупности законов, теорий и их практического применения до отдельных идей и гипотез в момент появления подчас незначительных по охвату явлений и точности предсказания, но объединяющих некоторое сообщество исследователей. Учитывая состояние номологической базы геотектоники с ее неформализованными теориями, свободным языком и сложными объектами исследования, заслуживает внимания и понятие научной парадигмы, с позиции «наивного физика» сформулированное М. Бунге [1975, с. 79]: это «некий методологический образец, идеал соответствующей эпохи, который как бы растворен в умонастроениях, образе мышления ученых и незримо направляет логику их исследовательской деятельности». Теоретические концепции естествознания, зарождаясь на стадии формирования исходных принципов и поисков эмпирических закономерностей, по мере совершенствования и признания становятся парадигмами.

Наиболее общими методологическими установками в геотектонике являются идеи и гипотезы, условно объединяемые понятиями фиксизма и мобилизма. Примерно до 60-х годов XX в. в геологии господствовали идеи преимущественно фиксистского направления, а основу составляли гипотезы контракции, пульса-

ции, глубинной дифференциации вещества мантии, а также представления о преобладающей роли вертикальных колебательных движений в развитии земной коры. Ради справедливости необходимо отметить, что в рамках «вертикализма» допускались и значительные перемещения масс в горизонтальной плоскости — контракционная гипотеза удовлетворительно объясняла шарьяжные перемещения на расстояния более 100 км.

Идеи фиксизма определили появление принципов унаследованности, направленности и цикличности развития земной коры. В рамках этой «надпарадигмы» разрабатывались теории геосинклиналей, базификации, литогенеза и многие др.; она во многом определила содержание таких методических разработок, как районирование по возрасту завершающей складчатости, палеогеографические реконструкции, фациальный анализ и пр.

Идеи мобилизма получили широкое распространение в начале столетия после работ А. Вегенера, обосновавшего гипотезу дрейфа континентов. После активного развития в 20—30-е годы эта гипотеза долгое время не пользовалась популярностью. В настоящее время идеи мобилизма с большим основанием претендуют на роль господствующего мировоззрения, а в их возрождении решающую роль сыграли крупнейшие научные открытия второй половины XX в. — палеомагнетизм, неоднородность строения верхней мантии, распределение напряжений в земной коре и верхней мантии, а также особенности строения ложа Мирового океана. В числе теоретических концепций мобилизма необходимо выделить гипотезы спрединга, формирования магнитоактивного слоя океана, субдукции, которые вместе с представлениями о конвективных перемещениях мантийного вещества служат основой теории литосферных плит (см. гл. V, § 1).

Не следует думать, что мобилистские представления антагонистичны по отношению ко всем теориям, зародившимся в недрах фиксизма. В ряде концепций идеи фиксизма «работают» совместно — достаточно вспомнить ундационную гипотезу Р. В. ван Бемелена [Van Bemmelen, 1977] или попытки О. Г. Сорохтина [1974] объединить основные положения гипотезы глубинной дифференциации вещества и тектоники плит. Идеи мобилизма оказали активное влияние на развитие теории геосинклиналей, которая занимает особое место в научных парадигмах геотектоники (см. гл. V, § 2).

Условимся некоторую совокупность общих представлений, понятий и методических приемов исследования, объединяемых определенной идеей, считать методологическим подходом. Это позволит в рамках геотектоники условно индивидуализировать некоторые подходы, или направления, исследования. Очевидно, их границы будут определяться не очень четко, поскольку, даже различаясь по целевой направленности, такие подходы сближаются на основе общности объекта и задач его изучения.

В числе методологических направлений геотектоники следует назвать историко-геологическое, генетическое, агенетическое и



структурное; более общим является системный подход. В основе каждого направления (подхода) лежат определенная система исходных понятий и принципиальных высказываний, зачастую характерные методы исследования, эмпирически установленные закономерности. Для каждого подхода намечается характерный круг решаемых задач.

**Историко-геологическое**, или историческое, направление тектонических исследований опирается на устойчивые традиции; многие исследователи считают его чуть ли не единственно возможным, а методы историко-геологического анализа — единственно правильными.

Главная цель такого подхода состоит в познании последовательности формирования и развития тектонических элементов, выявлении закономерностей эволюции земной коры (или Земли в целом) посредством установления последовательности геологических событий, исторических этапов и стадий с присущими им особенностями. Очевидно, при этом обязательно и познание закономерностей строения объекта исследования, но главная цель, а также используемая система понятий и терминов как бы заслоняют выводы о строении объекта; они полагаются само собой разумеющимся.

Важнейшие принципы историко-геологического подхода — принципы и с т о р и з м а (представление об эволюции формирующихся геологических тел, структур или событий во времени) и у н а с л е д о в а н н о с т и (преемственность от этапа к этапу в условиях развития региона или тектонического элемента, отражение тех или иных черт структуры «основания» в строении более поздних геологических комплексов). С принципами историзма и унаследованности неразрывно связаны проблемы направленности, цикличности и необратимости геологического развития, анализ не только современных состояний природных явлений, но и их предыстории. Определяющей методологической категорией здесь выступает понятие геологического времени, позволяющее установить отношение порядка геологических тел по шкале геологического возраста практически во всех геотектонических построениях, связанных с анализом структуры и истории формирования земной коры или ее частей.

Зарождение историко-геологического подхода связывается с именем датчанина Н. Стенона — увидевшие свет в 1669 г. тезисы его диссертации содержали выводы об истории формирования исследуемой области, обоснованные анализом взаимоотношений различных толщ горных пород, а также ряд методических рекомендаций, позднее использованных при разработке методов историко-геологических исследований. Уже на начальных стадиях существования этот подход позволил систематизировать разрозненные данные, полученные описательными методами, и успешно разрабатывать различные проблемы строения и истории формирования земной коры. В последующем он долгое время определял принципы тектонического районирования и основные методы тектони-

ческой картографии. Характерным примером служит метод возраста завершающей складчатости.

Значение исторического подхода при тектоническом районировании иллюстрирует такое высказывание: «Структурные формы и естественные тектонические зоны рассматриваются как следствие более или менее длительного стадийного тектонического развития, запечатленного в геологических формациях и иных геологических образованиях... Тектоническое районирование той или иной области земной коры... должно вытекать прежде всего из анализа истории ее развития» [Щуцаровский, 1971, с. 217].

В числе основных методов историко-геологического подхода Г. П. Леонов [1980] называет: палеонтологические, геологической синхронизации слоев, палеогеографических исследований, а также методы изучения орогенических и эпейрогенических движений геологического прошлого. Кроме того, в рамках историко-геологического подхода широко распространение получили собственно исторический метод познания и объяснения явлений через историю развития, а также методы палеотектонических (в том числе палинспастических) реконструкций, анализ фаций, мощностей, несогласий, историко-геологический аспект формационного анализа и т. п.

**Генетическое направление** тесно связано с историко-геологическим: «В большинстве случаев то, что мы называем генетическим подходом, в действительности является историко-геологическим. Изучению подвергаются не столько причины тех или иных геологических событий, сколько последовательность событий во времени» [Боголецов, 1974а, с. 103—104]. Тем не менее основной целью исследований генетического направления считается выяснение природы (генезиса) явления, поэтому иногда этот подход отождествляется с причинным. По-видимому, генетический подход наиболее полно отвечает стремлению человеческого разума познать сущность вещей через их природу. Особенно большое значение генетический подход приобрел в учении о полезных ископаемых.

Фундаментальное значение генетический подход имеет при анализе эволюционных связей формационных комплексов и тектонических провинций, выявлении конструктивных и деструктивных тенденций в развитии структуры, при определении трансформации тектонических элементов одного типа в другие, установлении закономерных рядов формаций и тектонических элементов.

А. Э. Конторович [1968] рассмотрел структуру генетических теорий геологии и показал, что генезис принято рассматривать двояко: как цель теории и как средство решения ряда практических задач. В первом случае — это получение генетической концепции, отвечающей реальному (истинному) процессу; оно заключается в отбраковке гипотез путем проверки непротиворечивости их внутренней логики, согласования с более общими данными науки и вытекающих из гипотезы следствий. Полученную генетическую концепцию можно использовать при решении практических задач, среди которых — воспроизведение объектов с заданными

свойствами и управление процессами, ведущими к появлению этих объектов, и др. Во втором случае акцент делается на специфику исследования.

Для генетического подхода при построении, например, тектонических классификаций наиболее важным представляется выяснение происхождения структур, или тектонических элементов — их генезиса [Богданов и др., 1972]. Эта позиция очень спорна, поскольку любая генетическая гипотеза в принципе непроверяема и обычно имеет альтернативу — говоря о генезисе, «мы еще долгое время будем находиться в сфере различных, часто противоположных гипотез, постоянно трансформирующихся по мере развития отдельных сторон наук о Земле» [Боголепов, 1974а, с. 103]. Поэтому в случае тектонического районирования предпочтение следует отдать структурному подходу (см. ниже).

Интересный анализ достоинств и недостатков генетического подхода в геологии сделали Ю. А. Воронин и Э. А. Еганов [1972]. Они исходили из того, что познание природы исследуемых объектов до недавнего времени считалось одной из основных методологических предпосылок теоретической геологии и сейчас часто рассматривается в качестве ее важнейшей конечной цели. Исходными положениями генетического подхода являются широко толкуемый принцип познаваемости объективного мира и специфика наук о Земле. Генетические гипотезы, учитывающие эмпирические закономерности, позволяют исследователю быстро отделить существенные факты от несущественных, часто служат отправной позицией при анализе возможных связей между свойствами сравниваемых объектов, имеют смысл тогда, «когда несколько сокращают выбор свойств и объектов для исследования или ориентируют нас на выбор тех свойств, которые при прочих обстоятельствах остались бы без внимания (там же, с. 20).

В качестве отрицательных моментов генетического подхода указанные исследователи отмечают: отсутствие формальной четкости и логического совершенства генетических гипотез; многозначность их смысла, обусловленную тем, что в основании гипотез лежат не строгие факты, а еще недоказанные предположения; трудность обоснования эффективности генетических построений; неформализованный язык — абсолютное большинство генетических представлений излагается на разговорном языке, который мало поддается формализации и не может обеспечить выводимость однозначных суждений.

Альтернативой генетическому направлению Ю. А. Воронин и Э. А. Еганов [1972] считают *агенетический подход*. В качестве основного довода в его пользу они указывают на абсолютное преобладание в природе геологических объектов, «генезис которых в принципе может быть теоретически установлен, но в принципе же не может быть экспериментально проверен» (там же, с. 5). При агенетическом подходе удается избежать нарушения общего принципа объективности научных исследований, или проверяемости выводов.

Во всех случаях генетические построения сводятся к обобщенному описанию того или иного образования в соответствующих терминах. Но это же явление можно описать и системой структурно-вещественных (морфологических) признаков, ибо только они позволяют проводить конкретную генетическую интерпретацию. Отсюда «любую так называемую, генетическую модель»... можно адекватно «перевести» терминами морфологической классификации, и наоборот» (там же, с. 9), т. е. существует принципиальная возможность агенетического подхода при решении всех основных вопросов строения и развития земной коры, которые решаются при генетическом подходе.

По-видимому, при агенетическом подходе существует больше возможностей формализации применяемых понятий и корректного применения математических методов; меньшая субъективность суждений позволяет говорить об его перспективности и соответствии современным требованиям к научным теориям.

**Структурный (структурно-формационный) подход** опирается на принципы и объединяет методы, позволяющие выделять и описывать тектонические элементы и их системы в соответствии с изучаемым составом геологических тел, данных об их форме и внутреннем устройстве, а также имея в виду наблюдаемые соотношения в заданном пространстве. Этот подход широко применяется при построении статических моделей структуры земной коры или ее частей в соответствии с требованиями масштаба и цели конкретного исследования. Он менее подвержен влиянию гипотетических воззрений, обуславливающих неоднозначность конечного результата, и в последнее время приобретает все большее значение в тектонических построениях — «единственно возможным сейчас подходом к разработке унифицированной номенклатуры и классификации тектонических подразделений, приемлемой для геологов различных направлений и школ, является структурный подход, основанный на выделении, сравнительном анализе и типизации крупных геологических тел (структурных этажей, структурных комплексов) и на установлении их комбинаций или той последовательности, в которой они залегают в изучаемом сегменте земной коры» [Боголепов, 1974а, с. 104].

Приведенное выше высказывание отличается не только категоричностью оценки роли структурного подхода в геотектонике, но также в общем виде раскрывает его содержание. Существует и другое мнение, в рамках которого структурный подход рассматривается в качестве метода эмпирического уровня познания, в то время как генетический относится к теоретическому уровню, с чем трудно согласиться.

В формальной логике *структура* (structura — строение (лат.)) — это прежде всего отношения и взаимодействия частей, или элементов, целого. Такое понятие удобно для наук с разработанным формальным аппаратом; позволяя абстрагироваться от предметной стороны явлений (вещественного состава, морфологии элементов и пр.), оно концентрирует внимание на композиционных

связях и отношениях, способствует получению нового знания об объекте, открытию неизвестных сторон явления. «Математики изучают не предметы, а лишь отношения между ними; поэтому для них безразлично, будут ли одни предметы замещены другими, лишь бы только не менялись их отношения. Для них не важно материальное содержание; их интересует только форма» [Шуанкаре, 1983, с. 23].

Учитывая малую степень абстракции геологических теорий, понятие геологической структуры, по-видимому, должно отличаться большей содержательностью. О. А. Вотях [1979, с. 19], исследуя понятия «структура» и «структурный элемент», обратил внимание на то, что первое из них содержит три аспекта: «Это, во-первых, конструкция элементов определенного состава...; во-вторых — соотношение между ними, т. е. некоторый тип связи между этими элементами; в-третьих, целостная единица, неразрывно связанная со своими элементами», что позволяет «каждой структуре, в свою очередь, быть элементом в структурах более высокого ранга». Соответственно структурными элементами будут «объекты, обособляемые по признакам, относящимся ко всем трем аспектам (составу, связи, целостности) понятия «структура» (там же, с. 20). Уместно также вспомнить высказывание К. Науманна о том, что тектонист — это архитектор, отвечающий за форму, материал, положение и соединение отдельных частей земной коры. Если значение формы, положения и «материала» требует пояснения, ибо традиция изучать вещества при исследовании структуры сохранилась в геологии до сих пор. Но, говоря о вещественном составе, тектонист имеет в виду обобщенный состав геологических тел; наименьшей единицей, включаемой в тектонический анализ, является набор пород, слагающих то или иное тело (слой, толща, массив и т. п.), образующих ту или иную формацию. Основные «вещественные» единицы в геотектонике — геологические формации и формационные комплексы.

Состав обычно тесно коррелируется с внутренним строением и морфологией геологических тел (осадочные породы — слоистая структура площадного распространения, полнокристаллические породы — плутонического тела, и т. п.). Но нередко встречаются конвергентные исключения: при одинаковом составе тела обладают разной структурой, и наоборот. Так, одинаковый химический состав имеют: габбро и базальт или гранит, липарит и кварц-полевошпатовый песчаник; плутонические дайки и соляные купола имеют форму, сходную с формами тел магматического происхождения; полнокристаллический мрамор залегает в виде слоя, и пр. Эмпирически установлена и корреляция в сонахождении различных геологических тел конкретного состава и морфологии.

Таким образом, при определении геологической структуры необходимо учитывать такие характеристики, как форма тела, его формационный состав и внутреннее строение, а также положение изучаемого тела в более общей структуре.

Исходными положениями структурного подхода являются наблюдаемость и принципиальная возможность эмпирической проверки теоретических построений. Причем первый принцип реализуется через прямые наблюдения или путем интерпретации геофизических данных, а при модельных построениях используются только методы экстра- и интерполяции наблюдаемых явлений на области, где такие данные отсутствуют. По существу структурный подход агенетичен, но структурные построения всегда служат основой историко-геологических и генетических моделей: «Прежде чем строить... историко-генетические теории тектогенеза, очевидно, необходимо знать (уметь распознавать и однозначно выделять) те объекты, генезис которых мы стараемся устанавливать» [Вотах, 1979, с. 11].

При структурном подходе, как и при историко-геологическом, основной координатой выступает шкала геологического времени, по которой устанавливается первичное отношение последовательности залегания слоистых тел, но при построении структурных моделей учитываются также наблюдаемые соотношения последовательности залегания, эквивалентного положения и пересечения элементов. Только при соблюдении этих условий можно говорить об адекватности (в заданном отношении) получаемой модели природной ситуации.

В рамках структурного подхода широко используются приемы и методы сравнительного анализа, различные виды анализа деформаций (структурных рисунков, структурных парагенезов, трещиноватости и пр.), методы изолиний (стратоизогипс, изопахит, изоклиш, изохор и др.), тектоническое районирование по типам складчатости, соотношению структурных этажей и пр. Опираясь на общее понятие структуры, В. А. Соловьев показал, что сущность структурного анализа состоит «в предсказании распределения отношений между элементами на основе известных отношений, в предсказании появления новых элементов по известным элементам и отношениям» [Соловьев, 1975, с. 33]. С учетом высказанных соображений о роли состава при характеристике элементов геологической структуры формулировка В. А. Соловьева представляется совершенно справедливой.

**Системный подход.** Идея системной организации знания была высказана еще Платоном, который предложил иерархическую схему классификации наук, а свойство системности с древнейших времен успешно используется естествоиспытателями. Основы общей теории систем были сформулированы А. А. Богдановым в его фундаментальном труде «Всеобщая организационная наука» [1925, 1927, 1929], но только после работы Л. фон Берталанфи [1969] резко проявились общая тенденция к осознанию сущности и области применения системного подхода, стремление активно применять его в конкретных научных исследованиях. Этот подход также называют системно-структурным, поскольку понятие «структура» здесь выступает в качестве основного системообразующего фактора.



Имея дело со сложными природными явлениями и их совокупностями, геолог всегда сталкивается со множеством проблем: выделения объектов исследования, сравнения (противопоставления) этих объектов, определения их связей и отношений; он изучает объект в целом или рассматривает его как совокупность взаимосвязанных элементов (парагенез); и т. п. При этом наибольший эффект достигается в случае осознанного использования системного подхода, независимо от того, в рамках какого — историко-геологического, генетического или структурного — направления лежат его интересы. «Представление объекта исследования как системы связано с переосмысливанием проблемы, рассмотрением ее в новых понятиях, учитывающих целостность объекта, благодаря чему увеличивается возможность используемых методов познания» [Кочергин, 1977, с. 22].

Прежде чем рассмотреть сущность системного подхода применительно к геотектонике, необходимо определить, что такое система, или системный объект, исследования, каким образом мы выделяем эту систему, каковы ее основные свойства, что определяет характер системы и т. п.

Известно множество способов определения системы, в той или иной степени соответствующего представлению о геологических (тектонических) системах. Например, В. Н. Садовский [1974] считает ее упорядоченным определенным образом множеством взаимосвязанных элементов, которые образуют целостное единство. Тезис о «целостном множестве взаимосвязанных элементов» служит основой практически всех современных определений системного объекта исследования, хотя иногда полагают, что системы — это еще не класс объектов, а скорее способ подхода к ним [Уемов, 1978]. На практике выделение системы очень часто осуществляется исследователем субъективно: наш мозг накладывает некоторую структуру на реальное бытие, отражая в сознании реальность [Бир, 1965], т. е. система является субъективным отражением фрагмента объективной реальности в сознании исследователя. Вместе с тем «существуют объекты, представляющие собой системы в границах, определенных самой природой, и с задаваемыми самой природой системными свойствами» [Забродин, 1981, с. 18].

Вопрос «что следует считать системным объектом исследования в тектонике?» предполагает некоторую мыслительную операцию, направленную на «организацию» объекта в более сложном геологическом пространстве, т. е. на основе указания цели выделить определенную ассоциацию элементов природной среды, которая может быть представлена в качестве автономного объекта. Очень важно, что в зависимости от целей исследования на одном и том же материале можно выделить несколько систем, отражающих различные стороны сложного объекта, точно так же одна и та же ассоциация элементов может быть представлена в качестве различных систем. «Число способов системного представления объектов не имеет ограничений, как не имеет ограничений само позна-

ние», где сложный объект может быть представлен системами некоторых свойств, отношений или вещей [Овчинников, 1969, с. 113]. Целеуказание позволяет организовать исследование сложного объекта специализированно, т. е. последовательно изучать различные стороны природного явления; синтез результатов позволяет совершенствовать общую модель сложного объекта.

Но просто множества элементов еще недостаточно для того, чтобы они представляли собой систему. Необходимое условие ее существования — наличие системообразующих связей между этими элементами. Как показал Э. А. Еганов [1979], совокупность элементов признается системой лишь тогда, когда оказывается невозможным удалить из нее какой-либо элемент без существенного изменения свойств этой совокупности или изменения ее взаимодействия с окружающей средой. Следовательно, говоря об элементах системы, мы имеем в виду не просто части какой-то совокупности, а именно ее компоненты, илиминация которых нарушает ее структуру.

Сказанное позволяет представить, что при характеристике системы имеют значение такие понятия, как сложность объекта и его целостность, композиционное единство компонентов, их связи и отношения, автономность объекта исследования и его положение в более общей структуре. *Под системой мы будем понимать такую совокупность элементов (предметов, явлений, процессов), которая может быть представлена в качестве обособленного объекта исследования, составные части которого связаны между собой определенными отношениями — образуют целостную структуру.*

Основными свойствами системного объекта, или системы, являются:

сложность, не сводимая к сумме компонентов и постигаемая лишь по мере углубления знания об объекте;

устойчивая целостность и автономность, определяемые свойствами компонентов и их структурными связями между собой, а также внешними отношениями и связями объекта со средой;

упорядоченность структуры, определяемая правилами композиции, присущими данному объекту исследования;

эмерджентность — наличие качеств, не наблюдаемых у компонентов системы в отдельности и обеспечивающих проверку ее целостности, устойчивости и автономности.

Список свойств системы не ограничивается перечисленными. В. Ю. Забродин [1981], формулируя общие положения теории дизъюнктивов, совершенно справедливо обращает внимание на такие свойства систем, как симметрия и изомерия, изоморфизм и гомоморфизм, гомогенность и гетерогенность, периодичность, дискретность, непрерывность и т. п. По-видимому, только конкретное определение исследовательской задачи и выбор системы позволяют дать детализацию ее свойств.

Р. А. Жуков [Методы..., 1978], подчеркивая модельность любых научных представлений и утверждений о материальном ми-

ре, основными постулатами системного подхода считал принципы бесконечности дискретных свойств реальности, их равнозначности (отсутствие критериев оценки их важности), а также объективного структурно-динамического единства реальности (всеобщего гомоморфизма как объективного основания моделирования). По его представлениям, признание этих постулатов влечет за собой вывод о фундаментальной значимости идеи модельности в познании, а сама процедура моделирования основывается на принципах активности (взаимодействие исследователя с реальной действительностью) и относительности научных представлений о реальном мире.

В работах М. С. Дюфура [1975, 1981], Э. А. Еганова [1979], В. Ю. Забродина [1982] и ряда других исследователей дан многоаспектный анализ системного подхода применительно к исследованию геологических явлений. Сущность его они видят в схематизации сложного объекта исследования путем построения моделей, отражающих различные его стороны, в попытках упрощения способов изучения связей и отношений между компонентами системы, между объектами разной природы, причем главным условием применения этого подхода полагается необходимость грамотного выделения системного объекта исследования — бездоказательность системности того или иного объекта приводит к эвристической бесплодности последующих «системных» утверждений [Еганов, 1979]. В качестве основных типов геотектонических системных объектов обычно указывают статические, динамические и ретроспективные системы [Косыгин, Соловьев, 1969].

Таким образом, системный подход предусматривает прежде всего максимально четкое указание цели исследования и строгое формулирование его задач (см. гл. III, § 4), что не всегда присутствует в работах по тектонике. Очень важное свойство этого подхода состоит в том, что в нем учтено, что исследователь оперирует не с «естественным» объектом природы, обладающим бесконечным количеством свойств, а с объектом исследования (системой), список свойств которого определяется целью его изучения. Последнее позволяет сознательно концентрировать внимание на заранее определенных существенных свойствах системы, отвлекаясь от менее существенных (важных в других отношениях); в этом заключается принцип специализации системного подхода. И наконец, «при системном подходе особый акцент делается не на том, что целое состоит из частей, а на том, что свойства целого определяются взаимодействием его частей, на взаимодействие элементов как причине наличия у целого свойств, не имеющих у его элементов» [Вотах, 1979, с. 21].

Упорядоченность исследования при системном подходе зависит от четкости представлений о структуре объекта исследования и его связях с окружающей средой; только при этом условии можно установить строгую последовательность познания сложного явления путем построения соответствующих моделей разного уровня, отражающих разные стороны изучаемой реальности. Здесь

моделирование — осознанная процедура целостного изучения системы путем направленного анализа ее элементов с учетом существенных связей.

Системный подход в познании природы знаменует переход к «организованной сложности», но в конкретном приложении он еще недостаточно разработан. Поэтому иногда считают, что системный подход — это скорее образ мышления или методологическая концепция [Методы..., 1978]; отсутствие у него формального аппарата исследования позволяет определить этот подход лишь как орудие новой постановки проблем [Юдин, 1972]. Вместе с тем никто не отрицает универсальность системного подхода. Он дает более четкое представление о структуре процесса познания, нежели другие, «неорганизованные» способы. Не будучи научным методом как таковым (см. гл. IV), он позволяет конструктивно организовать исследования сложных природных объектов.

### § 3. ОБЩЕМЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Чрезвычайно важную роль в становлении парадигм естествознания и его методов играют основополагающие научные установки — принципы. Одни из них относятся к разряду общеизвестных и им посвящены многочисленные публикации, другие признаются не всеми исследователями, по тем или иным причинам меньше привлекают внимание. Условно, в соответствии со значимостью, среди общеметодологических принципов можно наметить две группы: собственно методологические — определяющие главные черты логики научного исследования и лежащие в основе научных направлений или методологических подходов; операционно-методологические — имеющие более ограниченную область применения и влияющие на специфику исследовательской деятельности в рамках уже определенного направления. Очевидно, границы этих групп намечаются субъективно; не всегда можно с уверенностью определить принадлежность к той или иной группе отдельных высказываний.

#### Собственно методологические принципы

Среди общих методологических высказываний, сыгравших большую роль в геологии, особое место занимают принципы актуализма [Куражковская, 1974; Волков, 1977; Методы..., 1978; и др.] и объективной реальности [Вернадский, 1965].

Принцип *актуализма* был сформулирован в начале XIX в. Чарльзом Лайелем, полагавшим, что современные природные процессы могут быть тождественны тем, которые производили геологические изменения в отдаленные эпохи. В дальнейшем этот принцип и его роль в развитии естествознания неоднократно подвергались критическим переоценкам, но до сих пор его основные

положения имеют следующий вид: законы природы оставались неизменными в течение большей части (если не всей) геологической истории; в течение всей истории Земли происходили те же самые процессы, что и сейчас, а скорость их колебалась в тех же пределах, что и скорость современных процессов [Флинт, 1978]. По-видимому, исходным фактом и в то же время проверкой действительности принципа актуализма в геологии служит то, что на разных возрастных уровнях разреза осадочно-метаморфической оболочки Земли встречаются близкие по составу и форме обособления тела (формации), указывающие на повторяемость геологических событий и процессов (условий осадконакопления, вулканизма и пр.). Именно на этом положении основывается метод актуализма, или метод актуалистической корреляции, направленный на установление аналогий в процессах и явлениях геологического прошлого и настоящего. Это сугубо качественный метод познания, дающий общее представление о геологических процессах на основе их следствий, интерпретируемых с позиции современных процессов, протекающих на поверхности Земли.

Принцип актуализма сыграл исключительную роль в развитии эволюционных представлений геологии. Он лежит в основе большинства историко-геологических построений. Актуалистический метод расширяет наши представления о явлениях геологического прошлого, позволяет проводить палеотектонические реконструкции и избежать грубых ошибок при анализе геологической истории.

Вместе с тем необходимо всегда помнить о невозможности полного отождествления любых событий и явлений природы (даже при их одновременности), о серьезных погрешностях научных выводов, получаемых при непосредственном переносе данных, касающихся современных процессов, на геологическое прошлое. Осложняют дело невозможность экспериментальной проверки результатов, конвергентность свойств геологических тел и явлений, частичное отсутствие в настоящем аналогов геологического прошлого. К тому же само понятие «одинаковость», даже в приложении к одному свойству, оказывается расплывчатым; сравнения всегда сталкиваются с бесчисленными альтернативами определения сравниваемых объектов, не считая того, что остается неизвестным, как выбрать критерий, согласно которому мера сходства будет считаться «достаточной» [Воронин, Еганов, 1972, с. 10].

Принцип *объективной реальности* и его роль в естествознании неоднократно анализировал В. И. Вернадский, который считал реальность аксиоматическим представлением в научной деятельности натуралиста: «В основе всей научной работы лежит единое аксиоматическое положение о реальности предмета изучения науки — о реальности мира и его законообразности», а исходными понятиями — представления о естественном теле и природном явлении. Причем он понимал их очень широко: «...для научного мыслителя вся реальность, весь Космос, научно-построяемый, есть естественное тело, находящееся в простран-

ве — времени» (архив В. И. Вернадского, цит. по [Мочалов, 1963, с. 107, 110]).

Принцип объективной реальности определяет требования ко многим категориям и процедурам, например, требование объективной научной теории — необходимость отображения закономерностей, присущих объектам исследования, а не субъективных представлений исследователя.

По-видимому, к числу принципиальных утверждений общеметодологического плана, имеющих большое познавательное значение, следует отнести и такие философские категории, как понятие *бесконечности* (выражающее отсутствие у материального мира начала и конца во времени и пространстве), *всеобщности* (проявляющееся через единичное и особенное, воплощающее в себе свойства индивидуального и отдельного), *необходимости* (неразрывно связанное со случайностью, отражающее внутреннюю объективность законов существования и эволюции природных явлений), *относительности* (отображающее отношения между исследуемыми явлениями и предметами материального мира) и ряд других.

### Операционно-методологические принципы

В эту группу условно объединены принципы, лежащие в основе способов построения теоретических концепций предметной области знания, а также общих методов исследования. В качестве примеров рассмотрим наиболее важные из них и кратко проанализируем области их применения в геотектонике. Вот эти принципы:

*классификаций*: все элементы изучаемого множества делятся на классы на основе установленных связей и зависимостей между свойствами этих элементов с соблюдением требований единства основания, последовательности деления, соразмерности и исключительной принадлежности. Принцип классификаций лежит в основе упорядоченной формы аккумуляции знания, методов группирования изучаемого множества элементов и построения различных систематик, в том числе генетических;

*соподчиненности* (иерархии): разноранговые элементы целого образуют последовательность, в которой элементы низшего ранга группируются в элементы более высокого ранга с соблюдением требования включения;

*последовательных приближений* (итеративности): относится к числу общих принципов индуктивного процесса познания и заключается в совершенствовании представлений о законах строения и развития геологических объектов по мере пополнения экспериментальных данных и их обобщения; его реализация направлена на повышение адекватности модели ее прототипу;

*повторного уточнения*: необходимость возврата к исходным высказываниям и промежуточным результатам исследо-



вания для их уточнения на основе полученного знания. Этот принцип имеет существенное значение, например, в историко-геологических построениях, где исходные положения и получаемые выводы слабо поддаются формализации, а их несовершенство не всегда очевидно;

*последовательности операций*: «системный характер экспериментальных процедур состоит в определенности состава образующих эти процедуры операций, их порядка в каждой последовательности операций и в заданности схем последовательностей операций. Каждая операция осуществляется при условии, что совершены операции, предшествующие ей в данной последовательности, и операции, которые должны быть выполнены в других последовательностях, как операции, связанные с данной» [Быков, 1974, с. 162]. Имеет особое значение при экспериментальных исследованиях и модельных построениях;

*относительности суждений*: выводится из анализа реальных и логических отношений между явлениями. В основе его — исследование причинных связей с помощью логических методов, сформулированных Дж. Миллем: сходства, различия, сходства — различия, сопутствующих изменений и остатков [Кондаков, 1971]. Этот принцип играет существенную роль при сравнении природных явлений, установлении их соответствия (отношения соответствия) и пр.;

*оптимальности*: необходимость соответствия между целью исследования и используемыми средствами ее достижения (не следует привлекать ЭВМ там, где достаточно простого счетного устройства). Это регулирующее положение направлено на контроль точности решения поставленной задачи и позволяет избегать излишней (для данного случая) детализации результатов — «нет никакой научной заслуги... в том, чтобы употреблять трехзначное число, когда для соображений точности вполне достаточно однозначного» [Винер, 1967, с. 274]. Руководящий для кибернетики, этот принцип широко используется в геофизике и должен найти широкое применение при тектоническом районировании;

*формализации*: необходимость строгого представления постулатов теоретической концепции, ее понятийной базы и основных предложений в соответствии с требованиями математической логики. Он имеет чрезвычайно важное значение для совершенствования теоретических основ геотектоники и тектонического районирования в частности.

В. Ю. Забродин [1981] показал важное значение для тектонического анализа ряда других регулятивных принципов: *системности* (возможность и необходимость рассматривать объект в качестве системы), *дополнительности* (использование для характеристики объекта систем понятий, дополняющих друг друга), *верифицируемости* (необходимость фактического подтверждения теоретических высказываний), *фальсифицируемости* (необходимость указания области применимости теоретического высказывания), а также эле-

ментности и естественного тела. По-видимому, приведенный перечень принципиальных высказываний операционного типа не ограничивает их множества, но позволяет представить характер положений, объединяемых в класс операционно-методологических и имеющих прямое отношение к геотектонике и тектоническому районированию.

#### § 4. ОБЩЕНАУЧНЫЕ МЕТОДЫ В ГЕОЛОГИИ

В. И. Вернадский [1922] полагал, что научные методы наиболее полно и глубоко выражают своеобразную сущность науки, ее специфику и отличие от других форм человеческого сознания; представляя собой совокупность логических приемов работы, научный метод, по его мнению, выступает как общее отношение исследователя к реальности.

Методы естествознания вырабатываются на основе объективных закономерностей, но они фиксируют «не то, что есть в объективном мире, а то, как человек должен поступать в процессе познания и практического действия» [Копнин, 1965, с. 305]. Опыт геологии показывает, что основные ее методы вырабатываются длительно, иногда этот процесс продолжается многие десятилетия. В то же время на разных стадиях познания закономерностей строения и развития земной коры, а также ее элементов применяются частные методы, описываемые в терминах, обозначающих свойства изучаемого объекта.

Греческое слово «метод» (*метз* и *одоо*) означает «движение по пути»; *methodos* (лат.) — путь, способ изложения. Этим термином обычно обозначают совокупность приемов и процедур, используемых при решении какой-либо задачи, проведении эксперимента или выполнении любой работы, ведущей к конечному результату. Определения научного метода существенно различаются. Одни авторы этим термином обозначают теорию, являющуюся «средством получения новых знаний и преобразований объектов» [Логика., 1965, с. 108], другие — «путь познания, опирающийся на совокупность ранее полученных общих знаний (принципов)» [Мостепаненко, 1972, с. 18], третьи понимают его как совокупность целенаправленных мыслительных операций и правил действия [Вернадский, 1922] и т. п. В. В. Быков [1974] показал, что научные методы — это упорядоченные последовательности операций исследователя, определяемые строением науки. Они должны обеспечивать контролируемость и точную воспроизводимость познавательного цикла. К научным он справедливо относит все те методы, которые должен разрабатывать и которыми должен пользоваться исследователь при решении конкретной задачи.

Говоря о научном методе как совокупности приемов действия, необходимо подчеркнуть, что последние понимаются как направленные на некий значимый результат, а в основе каждого метода должны лежать строго установленные факты и четко сформулированные принципы. Иными словами, все специальные методы науч-

ных дисциплин должны опираться на знание закономерностей соответствующей предметной области.

Таким образом, *научный метод — это способ действия исследователя в конкретной области знания, опирающийся на известные принципы и направленный на получение нового научного знания; это своего рода алгоритм действий научного работника при получении новых знаний или обработке информации, обеспечивающий контролируемость познавательной деятельности, воспроизводимость результатов и их общезначимость.*

Как правило, при решении конкретной задачи используется комплекс методов. «Очевидно, нет и не может быть одного метода, с помощью которого можно решить весь комплекс проблем, возникающих в развитии науки. В ее любой конкретной области исследователь вынужден пользоваться наборами методов» [Быков, 1974, с. 113]. В связи с этим возникает проблема выбора методов, соответствующих поставленной задаче, и их оценки: основную роль здесь играют логическая зрелость, познавательная ценность и практическая применимость (удобство) научного метода [Шиндевольф, 1975, с. 68].

Применение соответствующего научного метода или комплекса методов еще не гарантирует, что в результате будет установлена истина — необходимо еще профессиональное мастерство. Правильный выбор метода исследования и квалифицированная интерпретация результатов его применения — очень важные моменты, связанные с проблемой профессиональной подготовки и этики научного работника. Кроме того, существует проблема несовершенства научных методов, порождающих неверные выводы — по существу, дезинформацию, которая, в свою очередь, может породить новую дезинформацию. Это особенно опасно в естественных науках типа геологии и биологии, а также в медицине, где опровержение неверных выводов требует длительных наблюдений либо чревато болезненными социальными последствиями. Имея в виду результаты несовершенных методов исследования, американский терапевт и кардиолог Дж. Лара писал: «Ошибочная методология является причиной многих дезинформаций... Чтобы продуктивно работать, требуется развивать методы продуктивной защиты или отрицания большей части сказанного или написанного» [Будущее науки, 1980, с. 178].

Не менее важно ясное представление о методах конкретных наук и с позиции совершенствования их номологической базы: «Мы должны быть постоянно готовы к пересмотру наших научных теорий, а это значит, что в первую очередь необходимо понимать, какими методами мы их строим» [Джордж, 1963, с. 74].

Идейная направленность познания материального мира и законов его существования (развития) определяется материалистической диалектикой. Ф. Энгельс писал в «Диалектике природы» [Соч., т. 20], что материалистическая диалектика — это наиболее важная форма мышления при объяснении всеобщих связей и происходящих в природе процессов развития, при переходе от

одной области исследования к другой. Принципы материалистической диалектики отражают объективную реальность, законы существования и развития материального мира. Поэтому она рассматривается в качестве всеобщего философского способа познания, намечающего основной путь развития и ускоряющего ход любого научного исследования; сущность диалектического метода наиболее полно выразил В. И. Ленин в «Философских тетрадах» [Полн. собр. соч., т. 29]. По-видимому, именно диалектика определяет глобальные черты логики естествознания, ее стратегию, выбор основных средств и методов. Но этого еще недостаточно, чтобы решать конкретные естественно-научные проблемы — необходимы более частные методы конкретных дисциплин.

Особенности теоретической геологии многие специалисты видят в том, что ее главные методы и представления лежат в области индукции. Ограниченность дедуктивных построений они объясняют сложностью объекта исследования, ограниченностью сведений о нем, а также видимым отсутствием необходимости в дедуктивных заключениях. Вероятно, на это в значительной мере влияет недооценка или пренебрежительное отношение к общенаучным проблемам познания. «Индукция и дедукция связаны между собой столь же необходимым образом, как синтез и анализ ... Надо стараться применять каждую на своем месте ... не упускать из виду их связь между собой, их взаимное дополнение друг друга», — писали К. Маркс и Ф. Энгельс [Соч., т. 20, с. 542—543]. Определяя гносеологический, методологический и логический аспекты отношений между индукцией и дедукцией, В. А. Штофф показал [1978, с. 154], что «связь между индукцией и дедукцией состоит не только в том, что они друг друга дополняют на эмпирическом и теоретическом уровнях научного познания, но и в том, что индукция пронизана элементами дедукции, а дедукция опирается на результаты индукции, и ее следствия проверяются также с помощью индукции».

Нельзя не отметить существующую в геологических науках диспропорцию основных форм мышления. Действительно, среди геологов широко бытует мнение, что научными следует считать лишь те положения (теории, понятия), которые сводятся к наблюдаемым фактам, что, только исходя от естественных геологических объектов, можно получить истинные теоретические знания. «Культ первичного материала, всевозможных данных наблюдений, якобы свободных от субъективизма и теоретических установок исследователя, определил преимущественно индуктивный стереотип теоретико-геологических построений — обобщений и выводов, которые выполняют функции теорий геологической науки» [Методы..., 1978, с. 24]. При этом чаще всего используется так называемая неполная индукция как вид некорректного умозаключения, в результате которого общий вывод о рассматриваемом классе предметов получается на основании знания лишь некоторых предметов (явлений, событий) данного класса, т. е. «на мере».

Систематика общенаучных методов исследования включает логические, математические, эвристические, а также лингвистические группы; специально вопрос о роли этих методов в развитии геологических знаний не исследовался. Логические методы широко применяются в геологии, но, как правило, используются в неформализованном виде. Математические методы (в том числе количественный анализ) регулируют правила классификаций, всевозможную статистику, моделирование и пр. Эвристические методы, имея в основе интуицию и опыт исследователя, опираются на известные закономерности и определяют наборы специфических процедур, способствующих решению поставленной задачи. В соответствии с представлениями о теоретическом и эмпирическом уровнях познания все методы удобно разделить также на две группы:

методы эмпирического уровня: наблюдение, описание, измерение, эксперимент, а также первичный анализ и обобщение, выявление эмпирических зависимостей на основе индукции и предварительного сравнения;

методы теоретического уровня: логические, математические, эвристические, синтез, сравнение, моделирование и т. п.

В познавательном процессе методы эмпирического и теоретического уровней тесно переплетены, но их соотношения на разных стадиях этого процесса существенно меняются от преобладания методов чувственного восприятия (наблюдение, описание) и опосредованного изучения с помощью технических средств через обобщение, сравнение и классификацию явлений к построению теоретических моделей с помощью методов преимущественно теоретического уровня.

По мнению В. А. Штоффа [1978], к основным методам, применяемым во всех без исключения науках (хотя и в различных формах и модификациях), относятся: индуктивные методы обобщения научных фактов, методы аналогий и модельной экстраполяции, аксиоматический метод. По-видимому, этот перечень не может исчерпать списка общенаучных методов, играющих важную роль в геологических исследованиях. Применительно к геотектонике и тектоническому районированию в частности очень большое значение имеют общенаучные методы генерализации, формализации, построения классификаций, постановки познавательной задачи, и т. п. Чтобы напомнить читателю основы указанных методов, приведем о них краткие сведения, в значительной степени опираясь на исследования В. В. Быкова [1974], В. А. Штоффа [1978], И. И. Абрамовича и соавторов [Методы..., 1978; и др.].

**Метод постановки познавательной задачи.** В методологической литературе способам постановки научной задачи уделяется очень большое внимание [Платт, 1965; Быков, 1974; и др.]. Однако на практике этот вопрос часто решается в соответствии с «логикой геологической реальности» по ситуации, на основе опыта и интуиции. Погрешность такого подхода сказывается в виде систематических потерь при ограниченном опыте или недостаточно развитой интуиции у конкретного исследователя, а также в ситуациях,

возникающих при изучении не встречавшегося ранее явления.

По-видимому, главным моментом и начальной процедурой постановки познавательной задачи вслед за выбором объекта исследования (см. с. 72) служит выдвижение первоначальной гипотезы, на основании которой определяется общая цель (что предполагается достигнуть) и формулируются частные задачи — «для того, чтобы поставить познавательную задачу, ученый должен предполагать существование неизвестных компонентов строения объектов познания» [Быков, 1974, с. 91]. При этом необходимо учитывать уже установленные явления, эмпирические закономерности или теории, а в формулировку задачи вводить элементы или направление ее решения. Следовательно, сформулировав общую цель и частные задачи исследования, мы руководствуемся более или менее определенной мысленной моделью изучаемой системы, создаваемой на базе уже известного.

Далее необходимо указать способы достижения цели, выбрать методы и средства решения поставленных задач. Именно здесь особое значение имеют опыт и интуиция исследователя, призванные оценить действенность избираемых методов.

Заключительная процедура состоит в определении ожидаемого результата или области приложения, в которой этот результат будет значимым. В процессе исследования гипотетическая модель будет уточняться, появятся новые предложения, но ориентировка на ожидаемый результат позволит иметь четкий ориентир и дать в итоге определенное (положительное или отрицательное) заключение по заранее намеченному вопросу.

Культура постановки задачи — не самая сильная сторона тектонических исследований. В случае разработки конкретных моделей этот вопрос превращается в принципиальный — сформулировав общую цель исследования объекта и выделив основные задачи, определив методы их решения и область ожидаемого результата, мы можем заранее формулировать требования к итоговой модели. Правильная постановка исследовательской задачи позволяет впоследствии определить уровень решения (решена поставленная задача или нет), ставить вопрос о точности решения, оценить эвристическую значимость рабочих гипотез и т. п., а формулирование ожидаемого результата — это и критерий проверки эффективности самого исследования после завершения работ.

Гипотеза, наряду с вероятным, проблематичным знанием, — это и важнейший прием познавательной деятельности исследователя, базирующийся на обоснованном предположении, как правило вытекающем из опыта, но выходящем за пределы изученных ранее явлений, фактов или событий. Суть этого метода заключается в объединении некоторой научной информации в систему знаний, позволяющую объяснить причинную зависимость познаваемых явлений, наметить практически важные следствия, логически вытекающие из предположений, обнаружить новые факты и явления в изучаемой области. По существу, исследователь, сталкиваясь с неизвестным ранее явлением, изучает его



и выдвигает гипотетические предложения, объясняющие его природу и положение в материальном мире, формулирует следствия, проверка соответствия которых действительности служит подтверждением правильности выбранного метода. В значительной степени метод базируется на интуиции исследователя, играющей чрезвычайно важную роль в научном творчестве. Но интуиция, максимально проявленная у одаренных людей, в значительной мере представляет собой продукт эмпирической деятельности, результат систематических усилий исследователя в избранном направлении.

Гипотеза — постоянный метод исследовательской деятельности геолога, поэтому очень важно не отвлеchenно «предполагать», а осознанно руководствоваться ею как первичной основой обобщения наблюдаемых фактов и объяснения причинных связей изучаемых явлений. Гипотеза позволяет строить предположения о способах сочетания изучаемых элементов природы (мысленное моделирование структуры геологического пространства) или о возможных причинах возникновения того или иного объекта исследования. Здесь уместно привести основные требования, предъявляемые к гипотезе (см. [Баженев, 1968; Штофф, 1978; и др.]):

гипотеза должна быть научно состоятельной, т. е. соответствовать общим принципам научного мировоззрения;

гипотеза должна строиться в соответствии с принципами простоты и внутренней логической непротиворечивости;

гипотеза не должна противоречить наблюдаемым фактам, установленным законам и теориям, истинность которых уже доказана;

гипотеза должна обладать предсказательной силой;

гипотеза должна допускать принципиальную возможность проверки.

**Методы обобщения научных фактов** объединяют процедуры сбора, накопления и систематизации событий, явлений и процессов, которые входят в орбиту познавательной деятельности исследователя и фиксируются им с помощью наблюдения или эксперимента. В рамках материалистических представлений понятие научного факта неоднозначно. В геологии факт отождествляется прежде всего с познаваемым «фрагментом действительности»: наблюдением события, геологического обнажения, а также с эмпирическими высказываниями, описывающими наблюденное природное явление (описание извержения вулкана, документация керна скважины и т. п.). Истинность этих фактофиксирующих высказываний определяется непосредственно результатом наблюдения. Эти факты представляют собой базис всех геологических теорий и эмпирических закономерностей.

Но, будучи разрозненными, даже самые достоверные факты не могут служить фундаментом теоретического знания — необходимо их научное обобщение. Начальные формы обобщения — инвентаризация (перечисление и каталогизация), описательная статистика, или группирование научных фактов на основании одинаковых, общих и существенных свойств (систематизация).

Образно научное значение обобщения можно проиллюстрировать тезисом Артура Конана Дойла, который словами своего героя утверждал, что отдельные индивидуумы могут оставаться неразрешимыми ребусами, но, взятые в массе, они обретают определенность математических дисциплин.

**Метод аналогий** относится к формам индуктивного анализа, поскольку получаемые заключения, как и в других случаях индукции, не относятся к числу логически необходимых и не отличаются строгой достоверностью. Всякая аналогия характеризуется тремя типами отношений: отношения между признаками, одинаковыми у сопоставляемых явлений и их моделей (положительная аналогия); отношения между признаками, различными у сопоставляемых явлений и их моделей (отрицательная аналогия); отношения, о которых не известно, являются ли они отношениями сходства или различия.

Степень достоверности этого метода регулируется правилами сравнения событий, предметов и прочее, предохраняющими от грубых ошибок. Определяя аналогии, необходимо соблюдать следующие требования: типичность сравниваемых свойств; однотипность сравниваемых свойств; число сопоставляемых признаков должно быть достаточно велико; сравнения по любым, случайно выбранным свойствам; увеличение разнообразия признаков, разнообразно сходных свойств у сравниваемых объектов.

Метод аналогий очень широко применяется в тектонике, но часто на интуитивном уровне и без соблюдения ограничительных рекомендаций.

**Метод модельной экстраполяции** в основе имеет моделирование, сущность которого состоит в замене объекта экспериментального исследования его моделью, выраженной в знаковой, графической или любой иной форме.

Согласно В. А. Штоффу [1978], модель — это любая мысленно представленная система, находящаяся в определенных отношениях сходства с другой системой — оригиналом, или прототипом. Очень важно, что «для аналогии как отношения сходства характерно различие сопоставляемых элементов и одинаковость (тождество) отношений, т. е. законов связи между элементами двух систем» (там же, с. 127). По характеру представления принято выделять материальные и мысленные (идеальные) классы моделей. К первому относятся пространственно, физически и математически подобные модели, ко второму — образные (иконические), знаковые (символические) и образно-знаковые. В ряде случаев понятию «модель» соответствуют гипотеза, теория, образ и пр.

При построении модели необходимо соблюдать ряд условий, определяющих и основные свойства моделирования: отношения сходства модели и оригинала должны быть явно выражены и строго зафиксированы (требование уточненной аналогии); в процессе исследования модель является заместителем объекта (требование репрезентации); изучение модели должно сопровождаться получением новых сведений о прототипе (требование экстраполяции).

Процедура модельной экстраполяции включает: построение модели, удовлетворяющей условиям подобия — воспроизведение объекта исследования; экспериментальное или логическое исследование модели; экстраполяция информации, полученной при исследовании модели, на объект.

Правомерность переноса результатов исследования модели регулируется той частью теории подобия, которая относится к теоремам переноса данных и способа их обработки [Штофф, 1978, с. 186]. Некоторые вопросы моделирования в тектонике мы рассмотрим позднее.

**Аксиоматический метод** представляет собой одну из форм дедуктивного анализа (современная форма дедукции), с самого начала учитывающую разделение дедукционной системы на аксиоматические утверждения, и группу выводимых с помощью логики правил. Этот метод характеризуется следующим: аксиоматическая система строится чисто формально, независимо от какой-либо заранее определенной модели; аксиома отличается от других утверждений только тем, что принимается в качестве первичного высказывания, не доказываемого в данной системе; аксиоматические построения подчиняются определенным правилам построения из исходных «знаков», сложных знаковых выражений и последовательностей; аксиоматический метод направлен на выводимость в определенной логической системе, а правила вывода служат предметом специальных логических теорий.

Разработка аксиоматического метода применительно к конкретной предметной области знания и построения аксиоматических систем предполагает развитие и применение общего метода формализации, особенно широко используемого в логике, математике и кибернетике. В геологии применение аксиоматического метода в его современном виде только намечается.

**Формализация** — общенаучный метод исследования логической структуры мысли, совершенствования понятийной основы любой развивающейся теории, представления знания в логически строгой форме. Основная цель формализации состоит в выражении содержательных понятий науки однозначным, строго определенным способом, что, в свою очередь, позволяет непротиворечиво выражать содержание изучаемого явления с помощью логико-математических средств, привлекать к исследованию системы логического анализа.

Метод формализации используется прежде всего при совершенствовании систем понятий и создании специального языка науки. Ю. А. Косыгин и его коллеги [1964, 1965а, б, 1967] положили начало формализации фундаментальных понятий геотектоники: геологической структуры, геологической границы, геологического тела, геологического пространства; позднее интересные результаты по уточнению понятий геотектоники и исследованию их отношений на логико-математической основе были получены В. А. Соловьевым [1975]. В. Ю. Забродин [1981] показал, что формализация имеет и более общее значение для совершенствования содер-

жательных теорий; использование формальных операций с объектами теории может привести к получению новых содержательных результатов. Кроме строгого определения понятий и явного изложения допущений, лежащих в основании теории, формализация позволяет выявить ошибки и логические несообразности, имевшие место при построении теории, а также требует доказательства истинности ее предложений. Формализация «позволяет предсказывать по аналогии новые свойства изучаемых объектов, описываемых теми же формальными средствами, что и какие-либо другие (даже весьма далекие) объекты» (там же, с. 28).

## ГЛАВА IV

### СИСТЕМАТИКА МЕТОДОВ ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Метод — самая первая, основная вещь... При плохом методе и гениальный человек будет работать впустую.

*И. П. Павлов*

Относительно недавно (XIX — начало XX в.) методы прямого наблюдения, обобщения, сравнения и аналогии были главными в классической геологии. Они лежат в основе всех специальных методик исследования конкретных объектов и им геология обязана основными успехами. Достижения физики и химии XX в. в исследовании вещества, его состояния и процессов преобразования повлекли за собой также значительные успехи в совершенствовании геологических методов, появление специальных методов геофизики и геохимии. Значительную роль в геологических исследованиях стали играть методы точных наук.

Современные представления о методах геотектонических исследований не отличаются конкретностью: одни и те же названия подчас скрывают совершенно несхожие понятия принципиальных основ, назначения и содержания обозначаемых приемов. Очень редко можно встретить даже полный перечень специальных методов, которые тот или иной исследователь считает геотектоническими, а когда такие перечни появляются, то становится ясно, что между ними мало общего. В. Е. Хаин [1973, с. 7-10] полагает, что в современной геотектонике основными являются следующие методы: сравнительной тектоники, структурный, формационный, анализ фаций и мощностей, перерывов и несогласий, экспериментальный, объемный палеотектонический; большую роль также играют геофизические, геодезические, геоморфологические и математические (математическое моделирование) методы. Особых возражений этот перечень не вызывает, но обращает на себя внимание то, что, наряду с достаточно индивидуализированными методами ана-

лиза фаций, мощностей, перерывов и несогласий, в нем объединены под единым названием группы методов, например сравнительно-тектонического и структурного анализа, а также методы геофизики, геоморфологии, экспериментальной тектоники. Аннотация методов в работе В. Е. Хаина [1973] не позволяет получить полного представления об их содержании, определить, каким образом можно достичь контролируемости работы и воспроизводимости результатов, оценить их точность и пр.

Напрасно искать где-либо и более полного общепринятого описания этих специальных методов. Современное состояние методических дисциплин геотектоники мало отличается от того, каким оно было в то время, когда Н. А. Штрейс писал: «Нет ни одной работы, в которой рассматривались бы все методы тектонических исследований одновременно и с необходимой полнотой и, что особенно важно, была бы проведена оценка точности того или другого метода, выяснены возможные пределы его применения» [Методы..., 1960, с. 3]. Геологи как бы стесняются процедурной простоты или, наоборот, громоздкости своих методических приемов, необходимости использовать широкие аналогии и экстраполяции; по-видимому, это связано со сложностью объектов исследований, их масштабами, малой доступностью и неодинаковыми условиями наблюдения. Очень часто процедурная характеристика метода подменяется указанием на его принципиальную основу: метод возраста складчатости, историко-геологический метод и т. п. Отсюда субъективизм в использовании того или иного метода, большие расхождения в результатах, полученных с их помощью различными исследователями. Эту «болезнь роста», вероятно, можно преодолеть только усилением внимания к методическим дисциплинам в учебном процессе, а также путем создания специальных методических справочников.

Говоря о научных методах геотектонических исследований, мы обязательно должны начать с общенаучных методов, а также общих методов естествознания, создающих методологическую основу геотектоники (см. с. 79). При геотектонических исследованиях и, в частности, тектоническом районировании широко используются традиционные методы общей геологии: расчленение и корреляция отложений, картирование геологических тел, историко-геологические реконструкции и пр. Общий перечень научных методов геотектоники, по-видимому, будет намного богаче рассмотренного выше. Поэтому представление о них удобнее дать в виде некоторой систематики, учитывающей специфику нашей работы, а также имеющийся опыт систематизации научных методов естествознания.

Попытки группирования научных методов естествознания проводились многократно. Например, И. В. Назаров [1978], говоря об исследовательских методах геологии, предложил такое группирование: общенаучные методы, использование которых регламентируется спецификой предмета и задачами исследования, а также уровнем развития данной науки; теоретические методы (актуа-

листический и исторический); логические методы (аналогий, индукции, гипотезы). Применительно к физической географии океана В. И. Лымарев [1978] выделяет следующие группы методов: всеобщие (диалектико-материалистический), общенаучные (индукция, дедукция, анализ, синтез, обобщение) и специальные (методы конкретной науки).

Известны попытки группирования научных методов по положению в системе этапов познания. Так, В. С. Преображенский [1969] выделяет: методы эмпирического уровня познания (наблюдения, первичного анализа и выявления эмпирических зависимостей) и методы теоретического уровня (выработка идей и развертывание сформулированных теорий). Такой подход используют многие. В уже упомянутой работе В. И. Лымарева к методам эмпирического уровня отнесены: наблюдение, измерение, эксперимент, описание, в меньшей мере анализ, синтез, сравнение, индукция, моделирование, а методы теоретического уровня объединяют: диалектику (как всеобщий метод), дедукцию, системный анализ, аналогию, количественные методы анализа; широко используются синтез, анализ, сравнение, моделирование.

В качестве примера группирования специальных методов геотектоники вновь обратимся к работе В. Е. Хаина [1973], который разделил их на три категории: группа методов исследования современной структуры земной коры (структурный метод и его разновидности); методы исследования истории тектонических структур и развития земной коры в целом (геодезические и геоморфологические методы изучения современных и новейших движений, анализ фаций, мощностей, перерывов и несогласий, палеотектонический анализ и др.); методы, «способствующие раскрытию происхождения тектонических структур» (сравнительной тектоники и экспериментальной). Это группирование «по назначению». С равным успехом можно использовать систематику методов, например, по типам объектов исследования — методы изучения планеты в целом могут отличаться от методов изучения тектоники континентов и океанов, платформ и складчатых сооружений, как и более мелких структурных элементов. Г. А. Ажгирей [1956] «по предмету» выделяет методы изучения: колебательных движений геологического прошлого; морфологии складок и складчатых комплексов; разрывных нарушений; трещиноватости горных пород; структуры интрузивных массивов; структуры тектонитов.

Наша цель — дать представление о всех категориях научных методов, используемых в геотектонике, т. е. предложить один из вариантов их систематики на основе иерархического группирования, но с акцентом на специальные методы. Используя рекомендацию Б. М. Кедрова [1967], полагавшего, что все научные методы исследования подразделяются на общие (в том числе диалектический), или общенаучные (эксперимент, наблюдение, гипотеза и др.), и частные, применяемые только в одной науке, выделим основные классы интересующей нас систематики — группы общенаучных (философско-логических), общегеологических и специаль-



ных геотектонических методов; в соответствии с областью применения и для удобства обзора основные классы можно дополнительно расчленить. Общая схема группирования методов геотектонических исследований выглядит следующим образом:

*общенаучные методы:* дедукция, индукция, аналогия, анализ, синтез, логические рассуждения, классификация и т. п.; рассмотренные ранее методы постановки исследовательской задачи, гипотезы, аналогии, обобщения, генерализации, формализации и модельной экстраполяции наиболее часто используются в естествознании. К этой группе, по-видимому, следует отнести общие методы системного подхода, а также приемы эвристики и методы точных наук, применяемые в естествознании;

*общегеологические методы:* а) группы методов историко-геологического, генетического и структурного подходов (см. выше), имеющие целью выделение, описание и интерпретацию строения и природы геологических явлений; б) общие методы литологии, петрографии, стратиграфии, исторической и региональной геологии, а также методы геологической съемки, способствующие моделированию структуры и процессов эволюции тектонических элементов земной коры;

*специальные методы геотектоники:* а) исследования структуры земной коры, ее отдельных элементов, а также планеты в целом; б) исследования истории формирования и эволюции земной коры и ее частей; в) исследования тектонических (и палеотектонических) процессов, а также тектонических движений земной поверхности.

В этой систематике наибольший интерес представляют специальные методы геотектонических исследований, совершенствующие теоретические основы тектонического районирования. Нет особого смысла обсуждать вопрос о том, какие методы являются собственно тектоническими, а какие заимствованы из других наук. По-видимому, более правильно говорить вообще о научных методах, используемых при изучении тектонических объектов, при решении структурных, исторических или динамических задач геотектоники. Часть из них может использоваться и в других геологических дисциплинах, меньшее количество методов будет иметь узкую специализацию, обусловленную своеобразием содержательной структуры геотектоники и характером ее объектов. Поэтому к числу специальных методов геотектоники в целом, вероятно, следует относить лишь те, с помощью которых исследуются состав, строение, соотношения и эволюция тектонических элементов земной коры. В ряде случаев такие работы осуществляются и с помощью общенаучных методов, которые как бы приобретают специализацию, но их роль понижается при движении сверху вниз по схеме группирования; они постепенно уступают место более частным методам и методическим приемам, направленным на решение уже специальных задач геотектоники. Можно представить, что методологический подход, иногда также и широко понимаемый общенаучный метод, например дедукция или индукция, вы-

ступают в качестве научной ориентации, а исследовательская программа определяет комплекс специальных методов и частных методик самого исследования.

В то же время одни и те же группы методов используются при изучении как структуры земной коры, так и истории ее формирования или динамики (моделирование, математическая статистика и др.). Поэтому, представляя специальные методы геотектоники, целесообразно кроме указанных выше трех групп особо выделить методы тектонического моделирования и преимущественно математики, тем более что с этими методами связаны перспективы совершенствования геологической науки.

## § 1. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Наиболее обширная группа специальных методов направлена на решение структурных задач геотектоники. В эту категорию входят: методы структурного анализа; различные виды тектонического моделирования структурных элементов и их свойств; методы тектонического районирования и тектонической картографии; сравнительно-тектонический анализ; структурно-геофизические методы; методы экспериментальной тектоники и тектонофизики; методы дешифрирования и интерпретации материалов аэро- и космосъемок. Для всей этой категории характерны использование преимущественно структурных и вещественных признаков, измеримость параметров, рост удельного веса технических средств, активное внедрение исследовательских средств физики и математики. С их помощью решается широкий круг задач, касающихся выделения, описания и выявления закономерностей строения различных тектонических объектов, их сравнения и типизации, создания обобщенных моделей строения различных типов тектонических элементов и крупных тектонических провинций. Причем положение тектонических элементов в общей систематике (иерархический уровень) влияет на выбор основных методов их исследования.

К группе методов *собственно структурного* анализа прежде всего относятся традиционные методы изучения строения локальных тектонических элементов, с общих позиций описанные в учебниках по геотектонике и структурной геологии [Белоусов, 1954; Ажгирей, 1956; Михайлов, 1967; и др.]: анализ морфологии складок и складчатых сооружений, разломов и трещиноватости, изучение распределения и пространственной ориентировки складок и разрывов, описание геометрии тектонических элементов с помощью различных изолиний (изопахит, изоклин, изохор и т. п.) и др. Уже само название методов указывает на характер структурных задач, решаемых с их помощью. Модификации методов структурного анализа позволяют анализировать и сопоставлять типы структурных рисунков [Лукиянов, Щерба, 1972], использовать морфоструктуру поверхности при выделении

тектонических элементов [Философов, 1960] и пр. Эти методы постоянно совершенствуются, особенно в связи с математизацией геологии, расширением возможностей применения ЭВМ при структурном анализе. Примером здесь может служить моделирование структурных поверхностей с помощью сплайн-функций и методов решения некорректных задач математической физики [Волков, 1980] или изучение разрывных нарушений на основе анализа их количественных параметров [Шерман, Лобацкая, 1981].

Большинство методов структурного анализа реализуется с помощью различных структурных карт и схем, дающих представление о структуре объектов разной степени сложности, обеспечивающих документальность и наглядность представления результатов анализа, определенный уровень обобщения, сравнительность характеристик разобщенных тектонических элементов. Путем составления структурных карт, а также структурных профилей и блок-диаграмм наиболее полно изучаются (и изображаются) форма геологических тел и их пространственные соотношения, на основе чего осуществляется историко-геологическая интерпретация их природы.

Чаще всего структурные карты составляются при исследовании платформенных чехлов и в этом случае «представляют собой графическое изображение изолиниями определенной поверхности: стратиграфической, тектонической или эрозионной» [Мушенко, 1960, с. 7]. Серия таких структурных карт позволяет дать объемное представление о строении и проследить изменение внутренней структуры чехла, что имеет особенно важное значение в нефтяной геологии. Метод стратонизогипс особенно широко используется геологами-нефтяниками при анализе тектоники продуктивных областей, причем детальная его модификация имеет большое значение при изучении структуры конкретного месторождения, эксплуатация которого требует знания рельефа поверхности на разных уровнях стратиграфического разреза. В СССР на основе метода стратонизогипс структурные карты составлялись уже в 20—30-е годы (Поволжье, Закавказье). Для повышения точности анализа и наглядности изображения используются особые приемы: изменение шага между изолиниями, способ двойных контуров и т. п. [Шатский, 1947, 1963].

Структурные карты находят применение и при анализе строения складчатых сооружений: в одних случаях с помощью изоклин отображается характер дислоцированности слоистой толщи [Спрингис, 1958], в других — отображаются типы деформаций или их интенсивность [Паталаха, 1973; и др.].

Особую роль при региональных тектонических исследованиях играет комплекс *геофизических* методов, направленных на расшифровку структуры земной коры, т. е. на определение положения, характерных особенностей и взаимосвязи ее структурных элементов. К числу наиболее продуктивных структурно-геофизических методов относятся различные виды магнитометрической и

гравиметрической съемок, группа методов сейсморазведочного профилирования (КМПВ, МОВ, ОГТ), электро- и магнитотеллурические зондирования. Первые два метода широко используются при исследовании тектоники складчатых сооружений, а остальные (и гравиметрический тоже) наиболее важные результаты дают при изучении областей платформенного строения. Физические основы, особенности геологической (тектонической) интерпретации данных того или иного метода, а также основные типы задач, решаемых с его помощью, в общем виде рассмотрены А. А. Борисовым и Ю. А. Косыгиным [1961], Б. А. Андреевым [1965]; более детально эти методы описаны в специальных руководствах.

При благоприятных условиях (контрастность физических свойств изучаемых объектов, отсутствие помех, разрешающая точность наблюдений, заверка данных и пр.) с помощью геофизических методов решается большой круг структурных задач:

изучение положения и характера погруженных границ, соответствующих поверхности отдельных геологических тел, структурных форм, структурных этажей. Особое значение имеет изучение морфологии и свойств поверхности складчатого основания под слабо деформированным чехлом в нефтегазоносных областях;

районирование крупных областей по типам аномальных полей; выделение линеаментных структур;

выделение физических (преломляющих и отражающих скоростных, плотностных и др.) границ раздела в земной коре и их корреляция с геологическими границами;

определение положения, объемов и роли магматических комплексов в структуре земной коры;

построение трехмерных (объемных) моделей структуры земной коры и ее частей.

Уже этот самый общий перечень структурных задач говорит о большом значении геофизических методов при геотектонических исследованиях. Их роль увеличивается с совершенствованием аппаратуры и методики наблюдений, с внедрением в практику геофизических работ автоматизированных систем обработки данных.

Очень важную роль при геотектонических исследованиях играют *дешифрирование и интерпретация материалов аэрофото- и различных видов космосъемок*. Принципиальная основа геологической интерпретации этих материалов заключается в том, что рельеф земной поверхности и ее ландшафты в значительной мере отражают особенности структуры изучаемого региона посредством закономерного сочетания наблюдаемых (фиксируемых) признаков. Аэрофотосъемка, например, позволяет наглядно представить общий характер геологического строения конкретного района, а также особенности структуры, размеры и ориентировку отдельных его элементов — складок и складчатых зон, систем разломов, интрузивных массивов и пр. К несомненным преимуществам аэрофотоснимков относится то, что в благоприятных условиях обнаженности они изображают структуру локального участка в весьма совершенной форме и с высокой точностью, предоставляя геологу

возможность сопоставлять, измерять и строить структурные модели, а также проверять их на местности. Закономерное сочетание особенностей рельефа, растительного покрова и окраски позволяет расшифровать геологическую картину даже под покровом четвертичных отложений и на морском мелководье [Петрусевиц, 1954; Шульц, 1961].

Космосъемка (в том числе телевизионная) объединяет в себе достоинства обычной аэрофотосъемки с преимуществами высокоточного обзорного метода, к тому же обладающего возможностями технической генерализации информации по крупным регионам на основе разрешающей способности весьма совершенной аппаратуры и масштаба съемки [Трифонов, 1973; Еремин, Кац, 1973]. Если учесть, что космосъемка осуществляется как в видимой части спектра (черно-белое и цветное изображение), так и в его невидимой области (инфракрасная, радарная и другие виды), то становятся очевидными перспективы использования ее материалов в геотектонике [Башилова и др., 1973; Геологическое изучение..., 1978; Брюханов и др., 1981].

К числу основных задач дешифрирования и интерпретации материалов аэрофото-и космосъемок относятся:

выделение тектонических зон и отдельных элементов (районирование);

изучение характера складчатой структуры и складчатых форм того или иного региона;

изучение пространственного размещения, морфологии и плотности разрывных нарушений;

выделение и изучение линеаментов;

выделение структурных этажей (преимущественно в областях платформенного строения);

анализ условий залегания осадочных отложений и магматических комплексов;

тектоническое моделирование (см. § 3).

Возможности космосъемки при тектонических исследованиях еще только определяются, активно совершенствуются системы фиксации данных и, главным образом, обработки и интерпретации материалов.

В заключение обзора общих методов изучения структуры земной коры и ее элементов упомянем методы сравнительно-тектонического анализа, повышающие теоретический уровень и способствующие целенаправленности тектонических исследований. В их составе — анализ свойств изучаемых объектов, их генерализация и затем сопоставление по группам свойств. Различные виды сравнительно-тектонического анализа, как и структурный аспект формационного метода, широко использовались и лежат в основе большинства классических трудов по геотектонике и общей геологии [Архангельский, 1947; Страхов, 1948; Шатский, 1963; Штилле, 1964; Херасков, 1967; и др.]. Ведущую роль продолжают играть методы структурного профилирования, которые направлены на изучение с различной детальностью строения тектони-

ческих элементов земной коры по выбранным пересечениям [Новикова, 1960; Паталаха, 1973; Шолпо, 1977; Вотях, 1979; Методические рекомендации..., 1981; и др.]. Они позволяют на конкретном материале представить соотношение и внутреннюю геометрию тектонических комплексов, служат основой детальных структурных съемок и построения объемных тектонических моделей, повышают степень достоверности сравнительного анализа и тектонического районирования.

## § 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Основную группу здесь составляют методы изучения стабильности формирования земной коры, палеотектонические и палеогеографические исследования, в основе которых лежат методы анализа фаций и мощностей отложений, исследование несогласий и перерывов в осадконакоплении, а также исторический аспект анализа формаций, их латеральных и вертикальных рядов и т. п. Эти же методы позволяют судить и о тектонических процессах геологического прошлого. Современная тектоническая активность исследуется различными методами нео- и сейсмотектоники, литологии и вулканологии, а также с помощью отдельных методов геофизики (анализ теплового потока, вариаций потенциальных полей), геодезии (повторное нивелирование, триангуляция) и спутниковой съемки.

Наиболее существенное значение при тектонических исследованиях имеют методы *формационного анализа* [Херасков, 1967; Цейслер, 1977; и др.], тесно связанные с анализом фаций [Воронин, Еганов, 1972; Дюфур, 1981]. В принципе с их помощью решаются одинаковые задачи, но на объектах разного иерархического уровня. «Выделение фаций — методический прием, применяемый с целью изучения конкретных условий образования отложений» [Дюфур, 1981, с. 79], а анализ формаций имеет целью расчленение земной коры на части и на основе этого — «изучение распределения данных условий во времени и пространстве в геологическом прошлом» (там же, с. 88). Более формализовано определение сущности этих видов анализа у Ю. А. Воронина и Э. А. Еганова [1972], которые считают их методами изучения целого по его частям: процедура фациального анализа есть не что иное, как сложный диагноз, способствующий определению условий и обстановок образования геологических объектов по свойствам слагающих их тел, описание изменения объекта путем перечисления фаций; формационный анализ, по существу, сводится к аналогичным задачам группирования и распознавания крупных геологических тел. Критерии обособления формационных единиц в соответствии с иерархическим уровнем характеризуемых объектов обстоятельно рассмотрел О. А. Вотях [1979], исследовав роль формационного анализа при выделении и описании тектонических



элементов формационного и геоструктурного классов. Он показал, что по опыту регионального расчленения осадочных и вулканических толщ наиболее существенное значение имеют методы изучения наборов горных пород (фаций), геоформаций и формационных комплексов, или рядов, в отдельных случаях коррелируемых с тектоническими комплексами и геоструктурами определенных типов.

Тектонический анализ мощностей разрабатывался прежде всего с целью изучения характера колебательных движений земной поверхности в геологическом прошлом [Белоусов, 1939]. В основе этого метода лежали представления о том, что мощности отложений тесно коррелируются с величиной прогибания поверхности осадконакопления, т. е. «в первом приближении прогибание земной коры компенсируется накоплением осадков, а поднятия — размывом» [Белоусов, 1954, с. 185]; «распределение зон большего и меньшего накопления больших и меньших мощностей представляет собой явление... в первом приближении независимое от фаций отложений» (там же, с. 191). С указанной целью метод мощностей, наряду с объемным методом [Ронов, 1949], широко применялся при исследовании развития различных регионов, давая качественную картину колебательных движений для относительно крупных площадей и значительных промежутков времени.

Позднее Р. Г. Гарецкий и А. Л. Яншин [1960] показали, что метод мощностей неразрывно связан с анализом фаций, а также перерывов и несогласий, внесли в него ряд существенных уточнений и успешно использовали при тектонических исследованиях. В их формулировке метод фаций и мощностей позволяет: «установить границы между зонами с различным характером тектонического развития и правильно провести тектоническое районирование; ...установить время заложения больших и малых структур, скорость их формирования в разные эпохи, время прекращения их развития и общих перестроек структурного плана; ...выяснить элементы унаследованности и наложенности в формировании отдельных геосинклинальных прогибов, направление и время миграции их осей; ...выяснить общие тектонические закономерности развития земной коры» (там же, с. 319).

Методы фаций, мощностей и несогласий успешно используются в палеогеографическом и палеотектоническом анализе. В их современных модификациях широко применяются методы математической обработки данных и автоматизации представления результатов. Примером могут служить графоаналитические методы изучения локальных структур платформенных чехлов с целью повышения точности прогноза и поисков нефтяных и газовых месторождений [Бочкарев и др., 1980].

Один из наиболее совершенных методов исследования эволюции земной коры — метод составления палеотектонических карт, отражающих тектоническую обстановку на разных этапах структурной эволюции региона. Совершенно

справедливо Ю. А. Косыгин [1974] определяет их как важное средство реконструкции процессов формирования осадочной оболочки Земли и ее отдельных структурных зон, как средство составить детальное представление о тектоническом развитии исследуемого региона.

Существенное значение при тектоническом анализе геологического прошлого имеют методы, в основе которых лежат общие принципы естествознания. В. Ю. Забродин [1981] показал, что наиболее часто используется метод униформизма (актуализма), детализации и конкретизации которого «служат методы, основанные на принципах унаследованности, цикличности и других, входящих в широко понимаемый принцип актуализма» (там же, с. 171). Кроме того, он обратил внимание на возможность использования при анализе геологической истории методов рабочей гипотезы, стереологии (восстановления объемных характеристик), восстановления временных порядков, а также методов общей теории систем. При этом В. Ю. Забродин с полным основанием указывает, что, несмотря на убежденность большинства геологов в историчности геологии, методы историко-геологического анализа недостаточно формализованы и нуждаются в дальнейшей разработке.

При исследовании тектонической активности наибольший интерес представляет изучение ее напряженного состояния методами сейсмологии и сейсмотектоники. Современные методы анализа распределения гипоцентров землетрясений во времени и пространстве, а также механизмов происходящих в них движений позволяют как представить глобальную схему сейсмичности земной коры и верхней мантии [Barazangi, Dorman, 1969], так и «строить теоретические сейсмограммы для любой заданной модели строения Земли и очага землетрясений» [Ритсема, 1972]. Этому способствует существующая мировая сеть стандартизованных сейсмографов, благодаря которой осуществляются постоянный контроль напряженного состояния литосферы и совершенствование методов регистрации и обработки данных. Регулярно составляются региональные карты сейсмической активности земной коры (сейсмостатический и сейсмотектонический методы); с помощью средне- и крупномасштабных карт сейсморайонирования выделяются очаговые зоны возможных толчков разрушительной силы, зоны различной балльности землетрясений (карты изосейст), определяются системы активных разломов, возникших в новейший период или активизированных в новейшее время [Сейсмотектоника..., 1976].

Методы сейсмотектоники дополняются различными методами неотектоники и структурной геоморфологии, направленными на изучение новейших и современных тектонических движений, их природы [Николаев, 1962; Герасимов, Мещеряков, 1967; Худяков, 1974; и др.]. В частности, имеются в виду методы построения и интерпретации карт градиента скорости новейших вертикальных движений [Рейснер, 1960; Гзовский, 1963], выделения областей

разнотипного горообразования [Зятькова, 1973], а также геоморфологические методы изучения колебательных движений новейшего периода на основе картирования речных и морских террас, поверхностей выравнивания, анализа профилей речных долин, распределения генетических типов четвертичных отложений и пр. Более точно современные колебательные движения земной поверхности исследуются с помощью повторных нивелировок, триангуляции и других инструментально-аналитических методов [Методические рекомендации..., 1981].

Тектоническая подвижность литосферы характеризуется также зональностью проявления современного вулканизма и магмитообразования, гидротермальной деятельности и грязевого вулканизма, неоднородностью теплового потока и др. Методы исследования этих явлений в той или иной степени позволяют решать задачи геотектоники, способствуют повышению продуктивности тектонического районирования.

### § 3. ТЕКТОНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

В основе большинства тектонических исследований лежит тот или иной вид моделирования, позволяющий теоретически познавать природные объекты и их отношения, прямое изучение которых по тем или иным причинам не всегда возможно. Прежде всего это обусловлено масштабом и сложностью объектов исследования геотектоники, длительностью геологических процессов и необходимостью расшифровывать события, отделенные от наблюдателя многими миллионами лет. Тектоническое моделирование используется при решении задач структурного, исторического и динамического типа.

Модель всегда функциональна, поэтому процедура моделирования имеет строго целевой характер. Она позволяет детализировать и схематизировать прототип, исследовать отдельные его свойства или взаимосвязи и взаимодействия различных его сторон. Среди способов оценки модели — математический анализ, имитация, экспертное заключение, способ подобия; «решающим моментом при оценке любой модели оказывается ее способность давать подтверждаемые наблюдением практически важные предсказания» [Нюберг, Салин, 1976, с. 58]. Общие положения моделирования рассмотрены нами при характеристике метода модельной экстраполяции (см. с. 85). Применительно к тектоническому районированию мы будем рассматривать модель как средство изучения объекта и как объект самостоятельного исследования. Причем тектоническая модель здесь по своей физической природе существенно отличается от моделируемого объекта (прототипа): она строится на основе такого обобщения свойств, при котором качественная разнородность модели и прототипа не учитывается. За редким исключением основные разновидности этих моделей относятся к классу мысленных, или идеальных.

Обычно они представлены тектоническими систематиками, легендами карт и съёмными картами, различными видами таблиц и блок-схем, геологическими профилями, текстами и уравнениями.

Основные виды тектонического моделирования (ТМ) и типы исследовательских задач можно представить следующим образом:

*физическое (лабораторное) моделирование* структурных форм и процессов (моделирование подобия): моделирование локальных структур и процессов, разработка теории и методов тектонического эксперимента, разработка конструкции установок;

ТМ на базе дешифрирования аэро- и космоснимков: моделирование систем региональных и глобальных структур (линеаментов, геоблоков, кольцевых форм и пр.), моделирование новейшей кинематики тектонических явлений, разработка и внедрение технических методов дешифрирования для целей тектонического районирования, прогноза и поисков полезных ископаемых;

ТМ на базе геофизических данных: разработка способов построения объёмных моделей ЗК, обоснование природы геофизических моделей;

физико-математическое моделирование геологических процессов (геодинамика): моделирование глобальных тектонических явлений на базе физики высоких температур и давлений, разработка способов математического моделирования глубинных процессов, интерпретация физической природы тектонических явлений;

ТМ геологического прошлого (палеорекострукции): разработка методов палеотектонических реконструкций и построения карт (палеотектонических, палинспастических, палеовулканологических и пр.), моделирование условий эволюции осадконакопления и магмообразования, разработка методов исследования геологического прошлого;

*картографическое моделирование*: разработка теории и методов тектонического районирования тектонической картографии, разработка специализированных тектонических основ для карт прогноза полезных ископаемых, метаморфизма, металлогении и пр., решение конкретных задач регионального районирования;

*тектонический лабораторный эксперимент* как основа пространственноподобного моделирования тектонических форм и процессов включает прежде всего моделирование подобия на эквивалентных средах и в эквивалентных условиях температур и давлений. К числу его основных задач относятся воспроизводство локальных структур и условий их образования, представление взаимного расположения локальных форм (разрывов и складок), а также их систем, воспроизводство кинематических типов нарушений, моделирование полей напряжения в рассматриваемом пространстве и пр. Как и вообще в научных экспериментах, тектоническое лабораторное моделирование даёт качественно новую информацию об изучаемом явлении, по-

звolyет изучать модель при заданных условиях, к тому же воспроизводимых и изменяемых по желанию исследователя.

Однако теория тектонического эксперимента находится в стадии разработки, поэтому современные возможности лабораторного моделирования ограничиваются преимущественно иллюстрацией сходных (похожих) явлений и выводами (умозаключениями) по аналогии при переходе от модели к прототипу. Анализируя состояние тектонического эксперимента применительно к разработке теории дизъюнктивов, В. Ю. Забродин [1981] показал, что в этом случае используются виды аналогий преимущественно малой доказательной силы (казуальная, субстанциональная, функционально-структурная и др.). Репрезентативность моделей зависит от выбора материала, совершенства установки и техники проведения эксперимента, соответствия условий эксперимента условиям реального процесса, а научные выводы определяются способами интерпретации результатов моделирования.

Моделирование подобия форм и процессов предусматривает создание определенной технической базы проведения эксперимента и фиксации его результатов. При этом важно представлять, что у физического эксперимента больше шансов на успех в том случае, если ему предшествует задание модели изучаемого явления по возможности в строгой математической форме.

К числу лабораторных, по-видимому, следует относить также *метод природных аналогий* — один из видов моделирования природных ситуаций (структур, процессов), когда вместо искусственно созданной модели геологического явления используется реально существующий природный объект, исследуемый по заданной программе. Таким объектом могут быть любой действующий вулкан и сопровождающие его деятельность следствия, преобразующие исходную структуру участка земной коры; конкретный разлом или складка, представляющие определенные типы дислокаций, и т. п. Рассматривая частный случай в качестве общего, удается выполнить ряд необходимых условий исследования: соблюдение требований геометрического, кинематического и динамического подобия, применение строгих методов регистрации происходящего и пр.

Тектоническое моделирование региональной структуры на основе геофизических данных, а также интерпретация аэрофото- и космоснимков дает возможность широко использовать технические средства при исследовании тектоники крупных регионов. Оно позволяет переходить от площадных систем региональных и глобальных структур (размещение линеаментов, геоблоков и пр.) к объемным моделям земной коры, обосновывать природу потенциальных полей и физических границ раздела в земной коре, а также строить локальные модели структуры рудных полей и месторождений.

Физико-математическое моделирование тектонических процессов — это разработка геодинамических моделей, обладающих соответствующими идеальными видами подобия с прототипом, мо-

делей планетарного тектогенеза, а также моделирование локальных природных явлений с учетом их динамики и кинематики. Этот вид моделирования имеет большое значение при установлении природы глобальных тектонических процессов, в том числе на базе физики высоких температур и давлений, с широким привлечением теории физики макромира и математического аппарата.

Тектоническая картография — графическое, или образно-знаковое, моделирование региональной тектоники, которому предшествует разновидность иконического моделирования — систематика тектонических элементов (см. гл. 1, § 5).

Моделирование геологического прошлого играет особую роль в тектонических построениях, в связи с чем часто выделяют «физические» [Забродин, 1981] и «исторические» [Косыгин, Соловьев, 1969] типы моделей. К первым относятся палеогеографические и палеотектонические карты, расшифровывающие условия осадконакопления и тектонические режимы геологического прошлого, а также палеодинамические и палеокинематические модели, восстанавливающие траектории перемещения тектонических блоков, поля напряжений и сил, действовавших на геологические тела. «Исторические» модели позволяют анализировать отношения последовательности, родства, побудительных причин и условий происходивших в геологическом прошлом событий.

#### § 4. МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ТОЧНЫХ НАУК

В геотектонике все большее применение находят методические приемы, ранее использовавшиеся лишь в точных науках: математическая обработка данных, различные виды моделирования, эксперимент и пр. Основные трудности при их применении, в первую очередь математики, возникают из-за отсутствия строгости описания тектонических объектов (явлений, событий) и способов их однозначного выделения, недостаточной для математики строгости формулирования эмпирических законов. Поэтому любые операции с тектоническими понятиями становятся неоднозначными. С другой стороны, применение математических методов в значительной степени сопряжено с переходом от установления качественных зависимостей к определению количественных соотношений, что в целом также представляется делом отдаленного будущего. Но, несмотря на это, современное состояние геотектоники позволяет ставить и решать отдельные вопросы ее математизации, использовать некоторые приемы точных наук, особенно в области исследования геометрии форм и анализа отношений структурных элементов, экспериментального воспроизводства некоторых тектонических процессов и их следствий и т. п. «Трудность разработки математических методов состоит ... не в том, чтобы искать в математике или придумывать новые формулировки, а в том, чтобы выбрать из практически используемых приемов на-



ибо более рациональные и придать им однозначную трактовку» [Салин, 1979, с. 17].

Обсуждение вопроса о повышении действенности общих методов тектонических исследований за счет привлечения приемов точных наук целесообразно начать с формализации подхода к решению научной задачи. В качестве примера укажем на работу В. А. Соловьева [1975], в которой процедура терминологических исследований зафиксирована в виде строгой последовательности операций: инвентаризация → систематизация → формализация → упорядочение → символизация → стандартизация → автоматизация. Переход к каждой последующей стадии происходит на основе результатов предшествующей (принцип последовательности операций). Строгая фиксация последовательности методических приемов и промежуточных результатов дает возможность возвращаться к ним на любой стадии исследования, вносить коррективы и совершенствовать методы в целом (принцип повторного уточнения). Еще большее значение имеют формализация исходных геологических понятий и построение их систем (см. с. 20).

Даже простейшие приемы математической логики позволяют повысить четкость и достоверность, например, сравнительно-тектонического анализа. М. В. Гзовский [1971] показал преимущества формального представления отношений признаков ( $S$ ) и свойств ( $P$ ) сопоставляемых объектов на основе пяти типов логических соотношений в паре понятий  $S$  и  $P$ . При этом вместо традиционных ответов «да» или «нет», т. е. совпадение или несовпадение признаков и свойств, мы получаем пять качественно различных оценок и их строгую фиксацию: понятия тождественны:  $S \equiv P$ ; понятие  $S$  шире, чем  $P$ :  $S \supset P$ ; понятие  $S$  уже, чем  $P$ :  $S \subset P$ ; существует область пересечения понятий  $S$  и  $P$ :  $S \supset \subset P$ ; понятия  $S$  и  $P$  несовместимы:  $S \neq P$ . Далее, по известным признакам  $S$  отдельных участков геологического пространства можно предсказать те или иные свойства  $P$  этих участков способами, разработанными в теории вероятностей, а оценку достоверности выводов — на основе неполной характеристики класса явлений статистическими методами.

Указывая на «необходимость развития математических методов решения тектонических вопросов», М. В. Гзовский [1971, с. 3] дал обзор задач, которые, по его мнению, должны решаться с привлечением математики:

точная характеристика структуры земной коры способами аналитической геометрии и с привлечением теории графического выражения трансцендентных функций;

описание морфологии структуры и изучение тектонических движений с помощью элементов дифференциального и интегрального исчисления;

исследование скорости тектонических движений, напряжений, деформаций и перемещений приемами векторного и тензорного анализа;

обобщение данных по многочисленным объектам с анализом их свойств методами математической статистики и теории вероятностей;

построение теорий, выводов, прогнозов и оценка их достоверности с привлечением аппарата математической логики и теории вероятностей.

Позднее Ю. А. Косыгин [1974], подчеркивая первостепенное значение формализации принципов языка той науки, в которой используются математические методы, следующим образом определил область их применения при решении тектонических задач:

вероятностно-статистический метод: построение функций компонент состава геологических тел и распределения мощностей слоев, анализ соотношений структурных поверхностей, исследование закономерностей распределения одного или многих признаков (состава, трещиноватости, различных типов линейности) при выделении и описании геологических тел, их границ и структурных особенностей;

аналитический метод: представление геологических поверхностей в виде уравнений или систем уравнений, выражение функциональных изменений признаков с изменением, например, координат при описании геологических тел и границ, аналитические зависимости при описании современных тектонических движений;

дискретный метод: характеристика элементарных структурных форм определенным списком признаков с матричной формой представления, нахождение меры сходства и классификации этих форм;

геометрический метод: графическое представление объектов и их поверхностей изолиниями (карты изопахит, стратоизогипс, изограмм и пр.), анализ тектонических движений (карты изоанализ, скоростей современных движений и пр.);

логический метод: разработка систем понятий и логическое описание слоистой структуры.

Область применения вероятностно-статистических, аналитических и других математических методов в геотектонике и структурной геологии постоянно расширяется, наблюдается тенденция к автоматизации обработки количественной информации и способов графического описания объектов [Волков, 1980; Бочкарев и др., 1980; и др.]. Например, в математике хорошо разработана часто возникающая в геологии задача интерполяции цифровых функций (значения глубины залегания объекта, мощностей, физических свойств и т. п.), которая решается по следующей схеме [Воронин и др., 1971]: формулировка гипотезы о возможном классе интерполирующих функций; формулировка критерия для выбора функции и класса; выбор вида функции, отвечающего принятому критерию; формулировка критерия для определения параметров функции; определение параметров, отвечающих принятому критерию; вычисление значений функции в промежуточных точках по ее значениям в точках наблюдения. Таким способом проводятся геологические границы, изопахиты и другие линии (по-

верхности), в том числе и с помощью графопостроителей.

Научно обоснованный и соответственно поставленный эксперимент относится к числу сильных и строгих методов изучения природных явлений. Наиболее плодотворно этот метод (система методов) применяется в физике, химии, механике и других зрелых науках, широко используется в биологии, экспериментальной минералогии, все большее значение приобретает в геологических дисциплинах на основе различных видов аналогии: «экспериментальный метод в геологии имеет то же познавательное значение, что и метод актуализма», но он «дает лишь эталоны, образцы, сравнивая с которыми, можно утверждать возможность или малую вероятность того или иного толкования природных явлений» [Луццкий, 1974, с. 278—279].

В общем случае тектонический эксперимент моделирует природные объекты, их свойства, связи и отношения (см. выше). Он обеспечивает: целенаправленность изучения природного объекта, причем с помощью приборов фиксируются свойства, скрытые от непосредственного наблюдения; исследование свойств объекта в «чистом» виде или в условиях направленного усложнения хода изучаемого процесса; контроль хода эксперимента с возможностью активного вмешательства экспериментатора; и т. п. Основная активность экспериментального метода связана с доказательством изоморфизма модели и моделируемого явления; решение этой проблемы в значительной степени регулируется требованиями теории подобия.

Наиболее широко физический лабораторный эксперимент используется при изучении условий и механизмов образования локальных структурных элементов и их систем (складок, разрывов, трещиноватости и пр.), при исследовании состояния и деформаций горных пород, различных геологических тел (массивов, слоев) в широком диапазоне температур и давлений, при моделировании полей напряжения в зонах скалывания, изгиба слоев и т. п. [Экспериментальная тектоника..., 1982]. Внедрение экспериментального метода в геотектонику позволяет с разных сторон исследовать сложные природные явления, привлекать современную аппаратуру и приборы для проведения физического эксперимента и фиксации данных, а также математические методы их обработки, выявлять качественно новые свойства известных объектов.

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕКТОНИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ  
И ИХ РОЛЬ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕОРИИ  
ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ**

Сначала переживаешь пору, когда веришь во все без всякого основания, затем короткое время — не во все, затем не веришь ни во что, а потом вновь — во все. И притом находишь основания, почему веришь во все.

*Г. К. Лизтенберг*

Теоретические основы геологии концентрируются в некоторые группы представлений, обычно слабо формализованные, четко не очерченные, с неопределенной областью применения, но выступающие в качестве своего рода парадигм, направляющих (и успешно) практическую деятельность. Лишь в отдельных случаях можно говорить о наличии геологической, в том числе тектонической теоретической концепции как оптимального средства организации конкретного знания, системного объяснения имеющегося и предсказания нового знания предметной области.

Как уже отмечалось, все тектонические теории имеют описательный характер, строятся как результат обобщения и систематизации наблюдений, их основные закономерности определяются связями и отношениями между эмпирически установленными фактами. Не основываясь на фундаментальных принципах (законах природы), эти теории описываются сложными системами содержательных понятий, а их логическая структура не формулируется специальными приемами, как это свойственно теориям логикоматематического типа.

Анализ общих положений существующих тектонических концепций, или теорий геотектоники, интересует нас прежде всего вследствие их регулирующей роли при тектоническом районировании. Причем наибольший интерес представляет то, как та или иная теория позволяет описывать строение изучаемого пространства. Естественно, большими преимуществами будет обладать та теория, которая позволяет делать это наиболее экономно и предсказывать большое количество практически важных следствий.

**§ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ**

Говоря о теории, или концепции, литосферных плит (ТЛП), принято начинать с представлений А. Вегенера, который положил начало геологической интерпретации дрейфа континентов. Но физическую сущность этой теории принципиально верно

наметил еще О. Фишер в книге «Физика земной коры», опубликованной в 1891 г. Он попытался рассмотреть Землю в качестве подвижной системы, обосновал взаимосвязь процессов сейсмичности и вулканизма, ввел представление о конвекционных потоках, поставляющих «жидкую магму» во внутриокеанические зоны растяжения. Взяв за основу район Японских островов, О. Фишер предложил возможный механизм пододвигания океанической коры под островную дугу, следствием чего и должны быть землетрясения. «Физика земной коры» не произвела особого впечатления на современников, поскольку знания о строении ложа океанов в то время были чрезвычайно ограниченными, но 70 лет спустя основные идеи ее автора получили подтверждение и развитие.

Открытие глобальной системы срединно-океанических хребтов с их осевыми рифтами, выявление принципиальных отличий строения коры континентов и ложа океанов, исследования магнитного поля и установление систем «зебровых» аномалий, анализ распределения зон сейсмичности и аномального теплового потока по поверхности планеты, результаты океанского бурения, а также данные о неоднородности мантии позволили сформулировать современные основы ТЛП. Исходным в ней служит представление о том, что литосфера Земли разделена на ограниченное число гигантских пластин (плит), относительное перемещение которых по астеносфере происходит неравномерно и со скоростью в несколько сантиметров в год. Зоны взаимодействия относительно пассивных литосферных плит на поверхности выражаются подвижными поясами сжатия и растяжения, в которых энергия выделяется в виде землетрясений и вулканических извержений. Это рифтовые зоны срединно-океанических хребтов, глубоководные желоба и прилегающие островные дуги, а также трансформные разломы. Рифтовые зоны считаются зонами новообразования океанической коры на восходящей ветви конвективного потока и растяжения («растекания») океанического дна (гипотеза спрединга), а зоны глубоководных желобов — как участки нисходящих ветвей конвекции и пододвигания литосферы океана под островную дугу или край континента (гипотеза субдукции).

Согласно гипотезе спрединга, расплавленное дифференциаты мантийного вещества поступают в осевые зоны срединно-океанических хребтов и с понижением температуры образуют твердую литосферу. Внедрение следующих порций мантийного вещества приводит к разрыву коры в зоне рифта и «растеканию» твердой оболочки по пластичной астеносфере; одновременно с возникновением океанической литосферы в глубоководных желобах происходит ее разрушение и погружение в мантию. Этот процесс был назван литосферным конвейером [Dietz, 1961; Hess, 1962].

Вместе с литосферными плитами «дрейфуют» и континенты, но это пассивный дрейф, следствие спрединга. Скорость его удалось определить, увязав данные о структуре аномального магнитного поля срединных хребтов и основные выводы палеомагнетизма [Vine, Matthews, 1963]. Гипотеза Ф. Вайна и Д. Мэтьюза

позволила перейти к решению вопроса о скорости спрединга и возрасте формирования магнитоактивного слоя ложа океанов [Le Pichon, 1968; Pitman, Talwani, 1972]. Важный вклад в развитие ТЛП внес Дж. Вилсон [Wilson, 1965], который объяснил механизм трансформных разломов, разграничивающих литосферные плиты,двигающиеся с разной скоростью. Эксперименты с неравномерно охлаждаемым расплавленным воском позволили смоделировать процесс спрединга и сформулировать понятие подвижной, но недеформированной плиты. В дальнейшем возникли варианты количественной, или геометрической, модели ТЛП [Morgan, 1968; Le Pichon, 1968; Isaacs et al., 1968], в которых предусматривалось до 12 наиболее характерных плит с границами, соответствующими активным тектоническим зонам: рифтам срединно-океанических хребтов, глубоководным желобам и крупным трансформным разломам.

Используя данные о геомагнитных аномалиях, Кс. Ле Пишон подсчитал векторы дифференцированного движения на границах плит и установил, что раздвиги и смещения по трансформным разломам, субпараллельным палеомагнитным меридианам и широтам, имеют наибольшую скорость в экваториальных частях земного шара и уменьшаются к полюсам. Б. Айзекс, Дж. Оливер и Л. Сайкс, исходя из сейсмологических данных, обосновали представление о том, что расширение площади океанической коры компенсируется ее погружением в зонах Беньофа. Ими же было высказано предположение, что эти зоны представляют собой изгибающиеся и опущенные на несколько сотен километров пластины океанической литосферы мощностью до 100 км. А. Рингвуд и Д. Грин [1972] дали петрологическую интерпретацию такой модели, наметив физические параметры перехода габбро в более тяжелый эклогит, который при погружении в мантию и частичном плавлении может дать начало андезитовым формациям островных дуг. Вслед за этим с позиций тектоники плит стали разрабатываться проблемы возникновения и эволюции геосинклиналей и орогенических поясов, а также их типизации [Mitchel, Reading, 1969, 1974; Dewey, Horsfuld, 1970; Dewey, Bird, 1970].

Таким образом, к началу 70-х годов коллективными усилиями геологов и геофизиков многих стран были определены основные элементы ТЛП; несколько позднее были сделаны попытки наметить ее общие контуры и выделить основные проблемы [Сорохтин, 1974; Ле Пишон и др., 1977]. Дальнейшее совершенствование ТЛП продолжается главным образом по линии разработки механизмов субдукции и спрединга, численных решений отдельных проблем, анализа геометрии перемещения плит на сфере и обоснования природы движущих сил, а также выявления практически важных следствий [Геофизика..., т. 2, 1979].

Современный базис ТЛП составляют исходные постулаты, гипотезы спрединга, субдукции и мантийной конвекции, а также система общих понятий геодинамики.



К основным постулатам относятся утверждения о неизменности размеров Земли, неоднородности строения верхней мантии и жесткости подвижных литосферных плит; степень их надежности неоднократно обсуждалась в литературе [Зоненшайн, Сзвостин, 1979; Isaaks e. a., 1968; и др.]:

постулат 1: радиус Земли существенно не менялся в процессе геологической эволюции планеты;

постулат 2: литосферные плиты представляют собой жесткие мобильные тела, способные передавать упругие напряжения на большие расстояния, не испытывая при этом пластических деформаций;

постулат 3: астеносфера представляет собой слой пониженной прочности (вязкости), по которому возможно скольжение более прочной литосферы;

постулат 4: главные проявления сейсмической и тепловой активности литосферы на поверхности Земли связаны с окраинами плит.

Основными компонентами ТЛП, наряду с постулатами и базисными понятиями, являются гипотезы спрединга, субдукции, астеносферы и мантийной конвекции. Особое значение имеют представления о движущих силах, перемещающих литосферные плиты; наиболее разработаны гипотезы тепловой [Ботт, 1974] и гравитационной [Артюшков, 1968; Сорохтин, 1974] конвекций.

Теория литосферных плит направлена на объяснение природы наблюдаемых крупномасштабных явлений сейсмичности, вулканизма и осадкообразования с позиции механики литосферы, выявление влияния глобальных закономерностей исторической геодинамики, или эволюции литосферы во времени и пространстве. В этом смысле она представляет собой вариант историко-геологической интерпретации развития тектоносферы. Физическая основа и широкое использование математического аппарата — отличительная и наиболее сильная особенность ТЛП. Чрезвычайно важным обстоятельством, повышающим значение этой теории, выступает возможность рассматривать эндогенные и экзогенные процессы в общей системе развивающейся планеты, а не в их частных проявлениях. С помощью этой теории, основывающейся на представлениях о ведущей роли горизонтальных перемещений в земной коре как следствии конвекции мантийного вещества, оказалось возможным удовлетворительно объяснить и наблюдаемые вертикальные движения.

В рамках ТЛП удалось систематизировать разнообразный фактический материал, наметить причинно-следственные связи между разобщенными явлениями и важнейшими эмпирическими закономерностями. Она формировалась на материале исследований океанических сегментов земной коры, в которых и находит наиболее полное соответствие с наблюдаемыми явлениями. При анализе глобальных закономерностей развития планеты определено системное положение крупнейших открытий, связанных с исследованием астеносферы, сейсмофокальных зон, палеомагнетиз-

ма и структуры магнитного поля океанического ложа. Глобальные закономерности позволяют установить и объяснить природу множества частных геологических явлений.

Относительная простота концепции, ограниченное число классов тектонической систематики и возможность объяснять сложные геологические явления с помощью элементарных понятий механики — в этом, по-видимому, следует искать основные причины столь быстрого распространения и популярности ТЛП. В настоящее время в естествознании, как и 100 лет назад, «большинство теоретиков обнаруживает постоянное предрасположение к объяснениям, заимствованным из области механики или динамики» [Шуанкаре, 1983, с. 106]. Но «если некоторые явления допускают какое-либо одно полное механическое истолкование, то оно допускает и бесконечное число других, которые одинаково хорошо будут объяснять все особенности, обнаруживаемые опытом» (там же, с. 137). Именно поэтому при соблюдении общих принципов ТЛП мы имеем множество вариантов механического объяснения однотипных геологических событий.

В качестве главных элементов структурной модели ТЛП выступают собственно литосферные плиты и разделяющие их границы. Обращает на себя внимание крайняя схематичность модели: плитами оказываются элементы, сопоставимость которых между собой по величине, строению коры и мантии, степени расчлененности, а также тектонической активности крайне проблематична. Геологу трудно осознать необходимость объединения в один класс, например, Африканской и Карибской, Тихоокеанской и Североамериканской плит, и т. п. В этом отношении ТЛП имеет большие перспективы совершенствования.

Опираясь на представление о неоднородностях физического состояния земной коры или ее тектонической активности, автор показал, что размеры поясов активного взаимодействия литосферных плит («границ») соизмеримы с размерами самих плит. Учитывая внутренние неоднородности строения плит и межплитных поясов тектонической активности, систематику основных тектонических элементов земной коры с позиции ТЛП можно представить следующим образом:



Одни плиты полностью представлены либо континентальной, либо океанической литосферой (Тихоокеанская, Североамериканская), другие включают геоблоки как континентального, так и океанического типа (Африканская). Необходимость выделения зон деструкции очевидна в связи с наличием внутри выделяемых плит локальных зон с аномальными структурными характеристиками; в значительной степени их появление вызвано влиянием крупных разломов литосферы. Типизация межплитных поясов также обусловлена их существенными различиями по особенностям строения коры и верхней мантии [Чиков, 1984].

В числе реализованных предсказаний ТЛП прежде всего следует назвать определение возраста пород магнитоактивного (второго океанического) слоя земной коры в различных частях Мирового океана [Heirtzler e. a., 1968; и др.] и, как следствие, интерпретацию возрастного диапазона перекрывающих осадков верхнего слоя коры. Эта закономерность успешно использовалась при проектировании бурения с «Гломар Челленджера» по международной программе «ДЖОИДЕС». Вместе с тем следует отметить, что значительная часть практически важных следствий ТЛП представляет собой перевод тех или иных эмпирических положений с языка концепции геосинклиналей на язык ТЛП.

## § 2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ГЕОСИНКЛИНАЛЕЙ

Геосинклиналичная концепция по сравнению с теорией литосферных плит более расплывчата. Она тесно связана с теоретическими концепциями орогенеза, развития платформ и другими представлениями об эволюции континентальной коры. Такое положение обусловлено в значительной степени формированием геосинклиналичной парадигмы в теоретическом отношении на «голом месте» и в условиях весьма разнородного эмпирического базиса под влиянием постоянно меняющихся потребностей практической деятельности. По-видимому, в силу тех же обстоятельств геосинклиналичная теория имеет множество важных следствий, успешно применяемых в деятельности как научного работника, так и геолога-практика.

Первоначальный вариант теоретической концепции геосинклиналей возник для объяснения природы складчатых зон с большой мощностью отложений как результат анализа и синтеза фактического материала, касающегося конкретных складчатых сооружений Северной Америки [Hall, 1859; Dana, 1873]. В более общем виде основы теории были сформулированы Э. Огом [Haug, 1900], после чего она стала оформляться в качестве геологической парадигмы. Ее главные положения можно представить следующим образом:

длительное погружение и накопление мощных толщ осадков в разделенной на внутренние прогибы и поднятия «опускающейся ванне»;

расположение на краю или между стабильными континентальными массивами, которым геосинклиналь противопоставлялась; мобильность — активное проявление процессов магматизма, метаморфизма, складчатости и горообразования;

последовательность развития: прогибание и осадконакопление → складчатость → «отверждение» (консолидация) и образование «полигенетической массы» → горообразование.

Развивая исходные положения Д. Холла и Дж. Дэна, Э. Огсформулировал также ряд более частных принципов: стадийности и направленности развития геосинклинали, сопряженности трансгрессий и регрессий, соответствия положения зон складчатости и максимального осадконакопления.

В последующем эти основы геосинклиальной теории уточнялись, отдельные «законы» не выдерживали проверки на более широком эмпирическом материале, но в целом следует признать, что к началу XX века в геологии появилось объединяющее мировоззрение, позволяющее научно систематизировать разобщенные прежде знания. Эта теория, или учение, была революционной для современников, не сразу была воспринята ими (в России она завоевала признание спустя 50 лет после публикации работы Дж. Дэна на русском языке), но очень благотворно повлияла на развитие всех геологических дисциплин, по словам А. А. Борисяка [1922], положив предел бессистемному накоплению сырого материала.

К основным достижениям геосинклиальной парадигмы на начальном этапе следует отнести: организацию системы знаний о Земле; направленность анализа региональных материалов; появление геологических учебников, отличающихся от ранее известных, «как магазин случайных вещей отличается от музея» [Милановский, 1929, с. 331]. Позднее В. Е. Хаин и Ю. М. Шейнманн [1960, с. 3] писали: «учение о геосинклиналих сыграло выдающуюся роль в развитии теоретической геологии и явилось ключом к пониманию эволюции земной коры».

Несмотря на высокую оценку многими выдающимися геологами значения геосинклиальной теории, она в значительной степени оставалась гипотетичной, поскольку отсутствовала строгость в формулировках ее исходных принципов и произвольно толковалась область ее приложения, что создавало предпосылки для принципиальной невозможности проверки многих положений теории. С самого начала концепция геосинклинали не была строгой и монолитной. Уже Е. В. Милановский [1929] отмечал, что теория развивается в разных направлениях и различными методами, благодаря чему нет общепринятого понимания термина «геосинклиналь» и единого представления о механизме геосинклинальных движений: «разнообразие взглядов проистекает, конечно, от различий в определении самого понятия геосинклинали и от различия в методологических принципах и теоретических представлениях отдельных исследователей» [Милановский, 1929, с. 331].

с. 372]. Это, по-видимому, следует считать естественным ходом развития описательной теории весьма сложного объекта. Наиболее существенный вклад в этот процесс внесли, наряду с Г. Штилле, Э. Даке, А. Грабау и Ч. Шухертом, А. А. Борисьяк, А. Д. Архангельский, Е. В. Милановский, В. А. Обручев, Н. С. Шатский и многие другие отечественные исследователи.

Теория геосинклиналей уже на ранних стадиях позволила глубже понять природу платформенных областей, послужила научной основой представлений об орогенезе и, что особенно важно, основой систематики структурных элементов складчатых сооружений. В рамках теории были разработаны принципы формационного анализа и металлогенического районирования, проблемы строения и развития глубинных разломов, срединных массивов, краевых прогибов и других тектонических элементов, разработаны исходные представления о роли магматических и метаморфических процессов в формировании земной коры. Нет необходимости перечислять все области приложения этой теории (см. [Милановский, 1929; Обуэн, 1967; Хомизури, 1976]), хотя не во всех случаях с ее помощью был достигнут равный успех. Несомненно и то, что геосинклинальная теория до сих пор определяет теоретические основы и методы геологических исследований, влияет на развитие тектонического районирования и тектонической картографии.

Говоря о теории геосинклиналей, обычно начинают с истории вопроса, рассматривают те или иные представления и в конце концов приходят к заключению, что современными аналогами геосинклиналей геологического прошлого являются определенные провинции зоны перехода от океанических сегментов к континентальным. Но современные знания о строении этих провинций, как и о происходящих в них процессах, намного превышают то, что нам удается реконструировать при исследовании палеогеосинклиналей. Поэтому логичнее описывать основы этой теории на примере наблюдаемых объектов, а выводы экстраполировать в геологическое прошлое.

С другой стороны, все современные представления о геосинклиналях, геосинклинальном процессе и его следствиях можно разделить на три основные группы. В каждой из них есть свое определение геосинклинали:

высокоподвижная область накопления преимущественно морских осадочных и осадочно-вулканогенных формаций определенного типа, а также специфических магматических образований;

горно-складчатое сооружение, характеризующееся особым набором геологических формаций, претерпевших региональный метаморфизм, складкообразование и частичную гранитизацию;

область трансформации океанической коры в континентальную путем ее разрушения, эндогенной и экзогенной дифференциации вещества коры и верхней мантии,

а также тектонического сгущивания новообразованного гранитно-метаморфического слоя.

Каждое определение в неявном виде соотносится с некоей исходной гипотезой, содержит образ представляемого объекта, позволяет сформулировать цель и основные задачи исследования объекта в случае его геосинклинальной природы.

Наименее сложно определение, соответствующее представлению о современных геосинклиналях. Оно близко понятиям Дж. Холла и Дж. Дэна, которые обращали внимание на зоны прогибания («опускающиеся ванны»), куда сносились огромные массы осадков и где впоследствии происходило складкообразование.

Второе определение восходит к Э. Огу и соответствует концепции орогенеза в классическом виде, т. е. представлениям о формировании орогена (как складчатого сооружения) на месте области осадконакопления особого (геосинклинального) типа. Геосинклинальными здесь полагаются элементы складчатой области, т. е. имеется в виду область эпигеосинклинальной складчатости. При этом наиболее дискуссионен вопрос о совмещении геосинклинали и складчатой области: считать ли геосинклинальными доскладчатые структуры и с какого момента они становятся негеосинклинальными? А к наиболее конструктивным следствиям такого понимания геосинклинали относится возможность тектонического районирования области на элементы традиционной тектонической систематики (синклинории, антиклинории и др.).

Третья группа представлений основана на концепции становления континентальной коры, идея которой была высказана еще В. Г. Бондарчуком [1947, с. 202]: «...на исходном этапе геосинклиналь составляет элемент симатической, обычно океанической области, а в конечном итоге она составляет неотъемлемую часть кристаллического сialа материков. Геосинклиналь, следовательно,— форма взаимоперехода сима — сialь, океаническая область — горная суша».

В общем случае все представления о геосинклиналях ориентированы на выявление последовательности формирования или эволюции геосинклинальных областей. Учитывая нашу цель (определение роли теоретических концепций при тектоническом районировании), попытаемся выделить общие положения теории геосинклиналей на основе анализа их современных разновидностей как гомологов геосинклиналей геологического прошлого, дополняя их по мере надобности элементами других представлений.

### **Основные типы геосинклиналей и их место в структуре земной коры**

Концепция современных геосинклиналей неоднократно, с различных позиций и с разной степенью подробности, рассматривалась в литературе в 70-е годы [Ханин, 1973; Боголепов, 1974б;



и др.], поэтому, не останавливаясь на истории вопроса, обратимся к исходному понятию.

Геосинклиналь обычно понимается как относительно узкая, но протяженная область (пояс) интенсивного зонального накопления дифференцированных по составу и мощности отложений определенного типа в условиях высокой тектонической активности земной коры, выраженной сейсмичностью, рельефообразованием, зональным проявлением вулканизма, нарушением изостазии, аномалиями теплового потока и др. В качестве типоморфных отложений, как правило, указываются кремнисто-вулканогенные, турбидитные, терригенные и ряд других формаций. Этим условиям отвечают далеко не все регионы планеты: практически полностью исключаются материковые геоблоки и абиссальная часть океанов, а ближе всего им соответствуют континентальные окраины и зоны перехода тихоокеанского типа.

Материалы изучения периферии Тихого океана и систематизация данных показали, что в зоне перехода от океана к континенту наблюдаются [Боголепов, Чиков, 1976]:

максимальная контрастность сочетания форм рельефа с колебанием отметок до 10—15 км при переходе от глубоководных желобов к островным грядам, а также к окраинам континентов (на востоке Тихого океана);

зональная концентрация действующих вулканов;

концентрация в сейсмофокальных зонах до 80% выделяемой сейсмической энергии Земли;

латеральная зональность строения земной коры с резко выраженными градиентами вкост простирания поясов геосинклинальных структур — контрастное сочетание типов коры от континентального и субконтинентального в геосинклинальных поднятиях (зрелые островные дуги и микроконтиненты) до океанического и субокеанического в котловинах окраинных морей;

неоднородность верхней мантии переходных зон, выраженная изменением граничных скоростей от 7,8 до 8,2 км/с (расчетная плотность 3,0—3,35 г/см<sup>3</sup>);

нарушение изостазии в системе дуга — желоб.

Менее представительна характеристика неоднородностей строения земной коры, морфоструктуры и тектонических процессов пассивных переходных зон атлантического типа (табл. 3). Но их обособление в качестве пограничных элементов наиболее кружных неоднородностей приповерхностной структуры земной коры, особенности строения и формационные комплексы выполнения прогиба позволяют уверенно противопоставлять эти области (миогеосинклинали) таким структурным категориям, как платформы или области современного плитообразования, области континентального горообразования, пояса рифтовых структур океана и пр.

К числу принципиально новых заключений об особенностях строения миогеосинклиналей, полученных в результате исследования общего баланса вещества, поступающего в океан, и зональ-

## Сравнительная характеристика современных геосинклиналей (поясов геосинклинальных структур)

	Тип	
	тихоокеанский (эвгеосинклинали)	атлантический (миогеосинклинали)
Рельеф (морфо-структурные элементы)	Интенсивное расчленение с перепадом отметок до 10—15 км (глубоководные желоба, островные дуги, глубоководные котловины, изометричные массивы поднятий, в том числе островных)	Расчлененный уступ материкового склона и материковое подножие
Строение земной коры	Зонально-контрастное сочленение элементов с корой субокеанического и субконтинентального типа	Зона перехода от коры континентального (субконтинентального) типа к океанической, или зона деструкции континентальной коры
Тектоническая активность	Экстремально высокая сейсмичность, зонально проявляющийся вулканизм, интенсивное рельефообразование, нарушение изостазии, аномалии теплового потока, активные экзогенные процессы	Эндогенная активность проявляется относительно слабо; активные экзогенные процессы расчленения материкового склона, перемещение осадков (оползание, мутьевые потоки)
Тектонические элементы	Геосинклинальные прогибы и трюги, геантиклинальные гряды и массивы; граничные разломы (швы), системы надвиговых структур	Геосинклинальные прогибы, компенсированные осадками и местами разделенные геантиклинальными поднятиями, разломы
Осадочные формации и характер их обособления	Терригенные и вулканогенные турбидитовые, вулканогенные (андезитовые), кремнисто-вулканогенные, рифогенные. Весьма протяженная система разнообразных прогибов с резко изменчивой мощностью отложений вкрест простирания; колебание мощностей от первых сотен метров до нескольких километров	Терригенные турбидитовые, рифовых известняков, дельтовые. Весьма протяженные прогибы, представленные дифференцированными по мощности толщами осадков (в сечении — усложненная плосковыпуклая линза)

ности его распределения в нем, относится вывод о резком преобладании в миогеосинклиналях терригенных формаций и подчиненной роли карбонатных (известняков и доломитов). Он сделан на основании того, что ежегодное пополнение осадочного слоя Мирового океана различным материалом составляет от  $22 \cdot 10^9$  т [Леонтьев, 1968] до  $23,69 \cdot 10^9$  т [Лисицин, 1978]. Если учесть,

что большая часть поступления (от 18 до 20 млрд. т.) — это твердый сток терригенного материала с континентов (причем более 90% его отлагается в зонах перехода от континентов к океану), то можно представить угнетенность всех других видов осадконакопления: карбонатного, вулканогенного, кремнистого и пр. Следовательно, отнесение карбонатных отложений геологического прошлого к миогеосинклинальному типу нуждается в дополнительных аргументах.

На поверхности Земли современные геосинклинали образуют глобальные пояса геосинклинальных структур, опоясывающих континенты или выполняющих пространства между ними (Средиземноморье, Карибский бассейн). Наряду с общеупотребимым делением их на тихоокеанский и атлантический типы, существуют и более дробные типизации. Ориентируясь на полноту набора морфоструктурных элементов, конфигурацию в плане и пространственное положение геосинклинальной области, выделяют также австрало-азиатский, филиппино-марианский, средиземноморский, андийский, курильский и другие типы или подтипы (см. [Хаин, 1973; Боголепов, Чиков, 1976; и др.]). В глобальных поясах геосинклинали (геосинклинальные области) этих типов постепенно сменяют друг друга по простиранию, чем объясняются существенные различия геологического строения далеко отстоящих звеньев этих поясов.

Нет оснований предполагать, что геосинклинали геологического прошлого занимали принципиально иную структурную позицию и были представлены существенно иными разновидностями. Но при типизации геосинклиналей геологического прошлого учитывались не только их палеотектонические характеристики. В существующих классификациях принимается во внимание также наблюдаемое положение в структуре континентов (внутри- и окраинно-континентальные), состав формаций с учетом метаморфизма, складчатость (альпийские и германские) и орогенную гранитизацию [Справочник..., 1970]. Очень часто понятие того или иного класса геосинклинали соответствует определению складчатого сооружения, причем не всегда эпигеосинклинальной природы.

Термины «эв-» и «миогеосинклиналь» были введены Г. Штилле для обозначения принципиальных различий формационного состава таких структур, при этом определяющим было наличие или отсутствие заметных количеств вулканических образований. Позднее М. Кэй [1955], учитывая разработки Г. Штилле и Ч. Шухерта, подразделил все геосинклинали по форме, природе и источникам заполняющего материала, отражающим тектоническую и вулканическую обстановку как внутри них, так и за их пределами [Кэй, 1955], на три категории: внекратонные ортогеосинклинали (эв- и миогеосинклинали); внутрикратонные (экзо-, авто- и эвгогеосинклинали); образовавшиеся на месте консолидированных складчатых сооружений (эпи-, эв-, тафро- и паралиогеосинклинали).

Классификация М. Кэя достаточно дробная, но далеко не единственная. Широко распространены классификации, построенные на основе состава или структуры выполняющих формаций с выделением вулканогенных, сланцевых, флишевых, известняковых, молассовых [Хаин, 1964], эмпирически установленной последовательности развития во времени и пространстве с выделением первичных, вторичных и остаточных [Шейве, Силицын, 1950; см. Справочник..., 1970] и пр.

### **Зоны перехода от континента к океану и границы поясов геосинклинальных структур**

Даже для современных геосинклиналей не всегда удается однозначно определить их границы, если ими не являются граничные швы. Это прежде всего обусловлено постепенностью изменения состава и мощностей отложений при переходе от океанических плит к прогибам материкового подножия, так же как и переходом к зоне материкового склона от плит приконтинентального шельфа. Термин «зона перехода от океана к континенту» удачно скрывает эту неопределенность, хотя иногда обозначаемое им понятие отождествляется с современной геосинклиналью, что не совсем верно.

Уже морфологические неоднородности строения переходных зон, особенно тихоокеанского типа, позволяют наметить характерные черты их тектонической зональности с выделением внутренней (собственно геосинклинальной) и двух внешних структурных зон; эта зональность подтверждается также неоднородностями строения коры и осадочного слоя [Чиков, Шарапов, 1982].

Внутренняя зона включает пояс основных морфоструктур переходной области и служит определяющей в этой системе. Именно здесь создаются условия для осадконакопления, дифференцированного по составу и скорости, зонального вулканизма и структурообразования, характеризующие современную геосинклиналь. В процессе ее развития происходят очень неравномерное прогибание при наличии относительных поднятий, зональное накопление кремнисто-вулканогенных, граувакковых, турбидитных и других формаций; здесь же встречаются офиолиты. Все это определяется понятием «структурно-формационный парагенез геосинклинальной области», противопоставляемым парагенезам других тектонических провинций [Чиков, 1981].

Внешняя окраинно-континентальная зона включает новообразованные участки материковых окраин (конструкты), природа которых обусловлена причленением складчатых сооружений, уже прошедших (или завершающих) геосинклинальную стадию формирования коры, а также клавишную систему блоков краевой части шельфа и материкового склона, формирующуюся в результате деструктивного процесса (деструкт-1). По-видимому, самым

крайним проявлением такого процесса могут быть отчленение относительно небольших континентальных блоков и перемещение их во внутреннюю зону переходной области (Японские острова, массивы Бородино, Паньша и др.).

Внешняя окраинно-океаническая зона переходной области включает приокеанические склоны глубоководных желобов и прилежащие части краевых валов океанических плит, в которых наблюдаются интенсивные деформации [Васильев и др., 1978; Ludwig *et al.*, 1966].

Внутренняя зона переходных областей атлантического типа не имеет ярко выраженных морфологических отличий, поэтому мы должны заранее примириться с условностью и большими погрешностями определения ее границ, ориентируясь главным образом на суммарную мощность осадков и градиенты ее изменения. Со стороны континента в геосинклинальную зону могут быть включены и те деструктивные окраины шельфа, где процессы его расчленения сопровождаются активным накоплением терригенных толщ осадков. Также неопределенно выглядят ограничения геосинклиналей андийского типа, представленных единичными трогами, в значительной степени компенсированными осадками. Со стороны интенсивно воздымающегося континента положение границы, по существу, регулируется сменой уровня морской и материковой седиментации в парном поясе тектонической подвижности. Колебание уровня Океана вызывает миграцию границы, что выражается распределением морских и субаэральных фаций осадков.

Учитывая сказанное, при анализе геосинклиналей геологического прошлого вопросу о положении и ограничении палеогеосинклинали необходимо уделять особое внимание, поскольку именно это имеет принципиальное значение при тектоническом районировании материковых блоков.

### **Стадийность развития геосинклиналей и природа геосинклинального процесса**

Одно из ведущих направлений учения о геосинклиналях — разработка представлений о стадийности развития этих структурных категорий, причем стадийность, как правило, коррелируется с определенным типом осадконакопления (формаций) и магматической деятельности в эпигеосинклинальной области. Это и понятно: анализ стадийности эволюции геосинклинали до наблюдаемого состояния земной коры имеет практическое значение. Важное следствие такого анализа — возможность выделять структурные этапы и ярусы (комплексы), что позволяет качественно характеризовать объем районизируемого пространства и основные этапы его геологической истории.

Уже на ранних этапах формирования геосинклинальной парадигмы вопросы стадийности развития геосинклиналей привлек-

ли пристальное внимание исследователей. Достаточно сказать, что общую схему последовательности их развития наметил еще Э. Ог в начале века, а первую схему магматической эволюции геосинклинальной складчатой области разработал Г. Штилле в 30-е годы, выделив четыре стадии: анорогенную инициального магматизма (мощные подводные извержения симатической магмы с образованием офиолитов); синорогенную глубинного сиалического магматизма (синскладчатые и послескладчатые гранитоиды); послеорогенную субсеквентного вулканизма андезитового типа, в которую выделяются граниты, гранодиориты и диориты; финальную с базальтовыми излияниями.

Сопоставляя многочисленные схемы стадийности развития геосинклиналей, можно видеть, что в числе главных обычно выделяются следующие стадии [Хаин, 1964; Справочник..., 1970]: начальная или начального погружения — образование аспидной и спилит-кератофировой формаций, а также офиолитов и пластовых интрузий; собственно геосинклинальная, или предорогенная — нарастающая дифференциация геосинклинальной системы, накопление флишевой, карбонатной, иногда андезитовой формаций; позднегеосинклинальная, или раннеорогенная — начало формирования складчатой области, накопление нижней молассы, образование гранитов; заключительная, или собственно орогенная — формирование горно-складчатого сооружения, накопление верхней молассы, субаэральных эффузивов (порфиры), внедрение интрузий кислых и щелочных гранитоидов.

Гипотеза стадийности развития геосинклинали тесно связана с представлениями об общей последовательности формирования земной коры континентов (см. ниже), а также с представлениями о связи геосинклиналей с глубинными процессами в земной коре и верхней мантии.

При формировании теории геосинклиналей вопрос об их энергетической природе и главных движущих силах геосинклинального процесса долгое время оставался открытым; частично использовались гипотезы контракции, перемещения континентов, подкорковых течений и т. п. Вместе с тем уже в начале XX в. высказывались различные предположения о существенной роли процессов, происходящих в недрах Земли. Позднее появилась идея о пространственной и генетической связи геосинклиналей с поясами глубинных разломов: «это области развития глубинных структур с большим размахом вертикальных движений и с сильным раздроблением глубинного структурного этажа, что приводит к массовому появлению магматических продуктов» [Шейве, 1945, с. 43]. Анализируя положение гипоцентров глубокофокусных землетрясений, А. Н. Заварицкий [1946] указал на ведущую роль глубинных процессов при формировании тектонических элементов в верхних слоях земной коры, а Н. С. Шатский [1946, с. 19] сформулировал это положение следующим образом: «геосинклинальные (складчатые) области представляют собой не что иное, как выражение в приповерхностной оболочке Земли особо-



го состояния подстилающей ее части внутренних оболочек мантии».

Таким образом, гипотеза генетической связи геосинклиналей с энергетическими процессами, происходящими в мантии, сформировалась к середине 40-х годов. Стремление увязать геосинклинальный процесс с развитием верхней мантии наиболее ярко проявилось в геотектонике в 50—70-х годах: гипотезы тектоноферов [Шейнманн, 1968], астенолита [Белоусов, 1975] и др.

Развитие идей мобилизма позволило совершенствовать геосинклинальную теорию главным образом с позиции новой трактовки сил, вызывающих тектонические движения, учета взаимодействия процессов, происходящих в земной коре и верхней мантии, уточнения роли горизонтальных движений при формировании структуры земной коры и т. п.

Основы нового подхода к интерпретации геосинклинального процесса содержатся в работе А. В. Пейве [1969], который одним из первых в нашей стране обратил внимание на необходимость рассматривать геосинклинали с мобилистских позиций, необходимость вовлекать в тектонический анализ не только всю кору, но также и верхнюю часть мантии. На примере Тетиса А. В. Пейве показал, что глобальная перестройка структуры литосферы «...сводится к огромному латеральному перетеканию мантийного материала вместе с океанической корой и ее осадочным чехлом, к явлению дисгармоничного смятия, образованию меланжа, в результате чего океаническая кора на больших пространствах перекрывается континентальной корой» [Пейве, 1969, с. 15].

В интерпретации А. В. Пейве, Н. А. Штрейса и других исследователей [Пейве и др., 1972, 1976] геосинклинальная концепция приобрела новое звучание: под геосинклинальным процессом теперь понимается сложная направленная трансформация океанической коры в континентальную. К исходным посылкам такой трактовки относятся: сходство разрезов эвгеосинклиналей геологического прошлого с известными разрезами океанической коры (симатический профиль); перемещение крупных пластин вещества коры и мантии в горизонтальной плоскости; скучивание разнородного материала и образование гранитного слоя континентальной коры. Эта концепция постепенно завоевывает признание, а ее главной целью считается разработка представлений «о пространственных, временных и структурных закономерностях истории образования континентальной земной коры» [История..., 1980, с. 72].

Основные моменты такой интерпретации геосинклиналей Л. П. Зоненшайн [Геофизика..., т. 2, 1979, с. 278—279] представил следующим образом:

офиолитовые ассоциации — характерный элемент эвгеосинклинальных зон, но офиолиты обнаружены в срединно-океанических хребтах и на приостровных склонах глубоководных желобов, следовательно, в эвгеосинклинальных зонах мы имеем дело с остатками океанической коры геологического прошлого, а сами

геосинклинали можно отождествлять с древними океанами типа Атлантического;

в геосинклинальных складчатых поясах широко распространены вулканогенно-осадочные серии андезит-грауваккового состава, сопоставимые с современными островодужными ассоциациями, следовательно, в складчатых поясах можно выявлять островные дуги геологического прошлого;

геосинклинали геологического прошлого являются аналогами современных геосинклиналей, поэтому исследование их развития сводится к анализу современных геодинамических обстановок в океане, геосинклинальные комплексы в структуре земной коры рассматриваются как остатки прежних океанов, а их эволюция и образование на их месте складчатых сооружений (орогенов) — как развитие океанских бассейнов вплоть до полного их закрытия в результате сближения обрамляющих континентов;

в качестве одной из главных задач выдвигаются поиск и реконструкция остатков палеогеосинклиналей (или их элементов), а современный геосинклинальный процесс в первую очередь должен рассматриваться как формирование новой континентальной коры преимущественно за счет океанической.

По-видимому, в представленном виде концепция может быть с успехом использована при изучении геосинклинального процесса и его роли в формировании континентальной коры, но степень ее проработки еще далека от совершенства.

Главным элементом геодинамики ТЛП служит механизм мантийной конвекции, объясняющей поддвиговую (субдукционную) модель области активного взаимодействия океанических и континентальных геоблоков литосферы. Но этот механизм удовлетворительно объясняет и основные особенности геосинклинального процесса. Учитывая это и взяв за основу классификацию геосинклиналей М. Кэя [1955], Дж. Дьюн и Дж. Берд [Dewey, Bird, 1970] интерпретировали их положение и формирование с позиции расширения и сокращения океанов путем наращивания и поглощения литосферных плит.

Наряду с воздействием конвекционного механизма необходимо учитывать также влияние энергии вращения Земли, зональных ротационных течений в астеносфере, сил приливного трения и других источников энергии, которые если и не создают главные особенности структуры земной коры, то наверняка существенно осложняют ее. Например, субдукционная модель удовлетворительно объясняет самые общие черты строения и динамики переходных зон тихоокеанского типа, но большое число структурных особенностей этой зоны, природа локальных флуктуаций поля напряжений в коре и верхней мантии, характер сейсмичности и другие моменты более полно освещаются с позиции сдвигово-поддвиговой модели [Чиков, Шарапов, 1982]. В такой трактовке геосинклинальный процесс определяется как приповерхностное выражение более общих процессов взаимодействия континентальных и океанических геоблоков литосферы.

## Соотношение элементов геосинклинальной и эпигеосинклинальной складчатых областей

Одним из основных в тектоническом районировании является принцип систематики тектонических элементов, регулирующий описание геологического пространства или его расчленение в соответствии с выбранной классификацией. В рамках теории геосинклиналей используются различные систематики, причем исторически сложилось так, что в работах многих исследователей наблюдается частичное или полное отождествление понятий «складчатая» и «геосинклинальная область», на что мы уже обращали внимание; к тому же в представлениях о складчатых сооружениях доминирует мысль об их образовании в результате геосинклинального процесса, что не всегда соответствует действительности (см. [Чиков, 1978]). Вместе с тем эта идея позволила разработать систематику тектонических элементов континентальной коры, применяемую при составлении практически всех тектонических карт, созданных на основе принципа возраста главной складчатости. Выход из этого положения наметился посредством соотнесения таких понятий, как складчатый пояс — геосинклинальный пояс, складчатая область — геосинклинальная область, складчатая система — геосинклинальная система, хотя корреляция более мелких элементов затруднительна, о чем речь пойдет далее.

Из сопоставления структурно-формационных парагенезов геосинклинальных и эпигеосинклинальных складчатых областей следует, что это две различные категории тектонических элементов земной коры [Чиков, 1976]. Они являются следствием одного и того же глобального процесса деформации земной коры, но характеризуются в крайних проявлениях разными наборами признаков, в них выделяются разные системы тектонических элементов, связь между которыми далеко не однозначна. В геосинклинальной области выделяются геосинклинальные прогибы (троги и котловины), геоантиклинальные поднятия, в том числе геоантиклинальные массивы, а также система крупных разломов. Эпигеосинклинальная складчатая область включает складчатые системы (антиклинории и синклинории), срединные массивы и зоны разломов, представленные не только «линиями», но также крупными зонами приразломных дислокаций слоев и катаклизмом пород.

Представляется, что лишь зоны повышенной проницаемости и тектономагматической активности, сопровождающие глубинные сколы, как и зоны концентрации высоких напряжений в литосфере, проявленные в геосинклиналях, в дальнейшем непосредственно превращаются в характерные узкие и весьма протяженные структурные зоны катаклаза, интенсивного и незакономерного («хаотического») смятия, обычно называемые зонами глубинных разломов. А на месте геосинклинальных прогибов могут возник-

путь как синклиории, так и антиклиории (обращенные); то же можно сказать и о геоантиклинальных поднятиях, добавив, что внутригеосинклинальные массивы могут стать основой массивов типа срединных в случаях, когда структура, присущая внутригеосинклинальным массивам в геосинклинальную стадию развития, не будет преобразована последующим складкообразованием. В противном случае на месте внутригеосинклинальных массивов, по-видимому, формируются ядра антиклиориев.

### **Особенности логической структуры теории геосинклиналей и ее роль в современной геологии**

Теория геосинклиналей относится к числу типичных описательных, основанных на обобщении и систематизации фактических данных о строении и геологическом развитии складчатых сооружений определенного типа. Формирование ее шло преимущественно индуктивным путем в течение многих десятилетий на основе изучения эпигеосинклинальных складчатых областей, но, как показано выше, ее принципиальные положения и исходные понятия удовлетворительно раскрываются на примере современных геосинклиналей.

Главная цель теории геосинклиналей — определение структуры и условий формирования геосинклинальных областей, объяснение закономерностей строения и природы складчатых сооружений, возникших на месте геосинклиналей геологического прошлого. Цель диктует и основные задачи, которые решаются на основе богатейшего эмпирического базиса теории, подчас не осмысленного строго в ее рамках, но всегда тесно связанного с практической деятельностью геолога. Уровень обобщения фактографических высказываний позволяет проводить многоуровневые (иерархические) типизации структурных элементов, формаций и процессов, т. е. строить различные эмпирические классификации.

К числу наиболее важных эмпирических закономерностей, лежащих в основе теории геосинклиналей, относятся представления о тектонической активности и аномальном строении земной коры геосинклинальных областей, формировании их в зонах перехода от океана к континенту (или между материковыми массивами), формационном своеобразии вещественного выполнения и характерности продуктов магматической деятельности, стадийности развития, отражающей трансформацию геосинклинали в «ороген» и платформу в процессе формирования континентальной коры.

Геосинклинальная теория как средство описания, обобщения и систематизации геологической информации прежде всего исполняет функцию объяснения; таким путем находят конкретное место факты, добываемые при геологических исследованиях. Вместе с тем велика и ее прогностическая сила, о чем свидетель-

ствуют многочисленные опыты прогнозирования на ее основе перспектив поиска полезных ископаемых и построение тектонических, металлогенических и других карт.

Объектом этой теории выступают не только собственно геосинклинали и геосинклинальные области (пояса) настоящего и геологического прошлого, но и эпигеосинклинальные, обычно складчатые сооружения, или области эпигеосинклинального орогенеза. Исторически сложилось так, что в рамках теории геосинклиналей рассматриваются также более общие проблемы формирования земной коры континентов, магматической эволюции, эпигеосинклинальной складчатости и орогенеза, металлогении и пр. Столь широкое понимание предмета не способствует доказательности и истинности теории. «Многомерность» области применения ее объясняет чрезвычайную сложность системы понятий, насыщенность ее специальными терминами, отражающими объекты предметной области, их свойства и отношения. По-видимому, это служит одной из причин того, что возможности описания теории в логических терминах или с применением иных логических средств ограничены.

В рамках теории геосинклиналей используется неопределенно большое количество гипотез, в том числе и таких, подтверждение которых практикой невозможно в принципе. Очень общим положением теории является представление о геосинклинальном процессе как процессе трансформации океанической коры в континентальную. При таком широком толковании в орбиту теории вовлекаются многие представления о строении и динамике не только земной коры, но также и мантии. Такое расширение области применения геосинклинальной теории увеличивает и ее неопределенность. Более конструктивным представляется ограничение геосинклинального процесса областью приповерхностного выражения более общих (глобальных) процессов взаимодействия литосферных геоблоков (плит). В этом случае намечается путь установления соотношений между теориями геосинклиналей и литосферных плит.

Представляется ошибочным утверждение о том, что теория литосферных плит альтернативна теории геосинклиналей или заменяет последнюю. Такое впечатление может сложиться, если сознательно отвлечься от основных проблем геотектоники. По-видимому, более правильно считать, что геосинклинальная теория направлена на организацию знания о региональной геологии материков и переходных зон «океан — континент» с выходом на более общие (глобальные) уровни, а теория литосферных плит, имея областью применения глобальные геосферы и океанические сегменты коры, в ряде случаев удачно объясняет и частные закономерности строения и развития континентальных массивов. С учетом сказанного теорию геосинклиналей, вопреки хронологии, можно представить как дальнейшее развитие теории литосферных плит, направленное на анализ процессов трансформации океанической коры в континентальную и их следствий.

Условия формирования теории геосинклиналей способствовали тому, что к настоящему времени накоплено большое количество вытекающих из нее практически важных методических разработок. Это прежде всего относится к области геологического картирования и поисков полезных ископаемых.

### § 3. КОНЦЕПЦИИ СТАДИЙНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ КОРЫ КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Следствия процессов осадконакопления, магматизма, метаморфизма и орогенеза отражают особенности формирования и последовательность эволюции осадочно-метаморфической оболочки земной коры. При изучении этой последовательности выделяются этапы или стадии, наиболее полно проявленные в тех или иных частях континентов. Рассматривая структуру складчатой области, платформы или области орогенеза, мы по существу рассматриваем также отдельные стадии развития земной коры в конкретном выражении, иначе говоря, статическую структуру или «моментальный снимок» общего процесса развития земной коры.

В основе представлений об условиях формирования континентальной коры лежат различные концепции геосинклинального процесса, в результате которого происходит структурное и вещественное преобразование первичной океанической коры [Хаин, 1973; Пейве и др., 1972]. Для правильного понимания этих представлений первостепенное значение имеет анализ стадийности самого геосинклинального процесса. Попытки расшифровать его через главные стадии известны со времен Э. Крауса [Kraus, 1927], который выделил орогенический цикл, позднее положенный в основу схемы магматизма Г. Штилле [Stille, 1949]. С позиции развития геосинклинального процесса проблему эволюции земной коры разрабатывал Ю. М. Шейнманн [1955]; большое значение имеют представления о тектонических циклах В. Е. Хаина [1973], об эндогенных циклах тектонических режимов В. В. Белоусова [1975] и о геосинклинальных циклах формирования континентальной коры А. В. Пейве и соавторов [1976]. Все эти циклы подразделяются на стадии, отражающие направленность формирования коры. Большинство из них включает этапы погружения и геосинклинального осадконакопления, за которыми следует общее воздымание, сопровождающееся складчатостью, внедрением гранитоидов, метаморфизмом и образованием моласс наложенных впадин (орогенез); заключительными являются этап выравнивания и переход к платформенному состоянию или повторной стадии погружения. Как заметил В. Е. Хаин [1973], в действительности такие циклы в истории Земли очень редко представляют одинаковую последовательность событий и проявляются с равной полнотой; чаще они бывают неполными или продолжают частичное развитие в рамках последующего цикла. Неравномерность и неполно-



та проявления геотектонических циклов во времени и пространстве при постепенной смене событий — характернейшая особенность формирования земной коры.

Упомянутые «геосинклинальные», «тектонические» и «эндогенные» циклы, охватывая совокупность природных тектонических процессов, объединяют широкий спектр их разновидностей [Чиков, 1981]. Наиболее полное совпадение наблюдается в представлениях о стадиях геосинклинального развития, складчатости и эпигеосинклинального орогенеза; иногда в тектонические циклы включаются догеосинклинальные и послеорогенные стадии. Видимо, такой подход удобен при общей периодизации истории Земли, но в целом эти циклы невозможно представить как совокупность однотипных формаций или типовых элементов одной тектонической провинции. Вместе с тем обособление геосинклинальных, орогенных, а также платформенных стадий в качестве отдельных этапов (циклов) позволяет при решении нашей задачи руководствоваться менее разнородными категориями.

Представляется, что частным геологическим циклом следует считать неповторяющуюся совокупность геологических процессов, соответствующую единому этапу формирования основных элементов общей тектонической систематики, — геосинклинальных, платформенных или орогенных. В свою очередь, геологические циклы подразделяются на стадии, поскольку формирование любой сложной системы можно представить в виде последовательности событий с начальными, конечными и промежуточными (основными) этапами. В таком понимании циклы внутренне менее разнородны по характеру геологических процессов и будут больше соответствовать главным формационным комплексам, возникающим в определенные периоды геологического времени. Таким образом, можно более определенно наметить отношения в группе понятий: геологический цикл — формационный комплекс — законченный период времени (этап).

Геосинклинальный цикл в нашем понимании охватывает процесс интенсивного дифференцированного прогибания и мощного осадконакопления, часто сопровождаемого активным вулканизмом; завершается он с прекращением геосинклинального осадконакопления. По аналогии с геосинклинальным циклом можно ограничить циклы орогенеза и плитообразования, также расчленяющиеся на стадии. Представление об орогенном цикле на примере мезозойского тектогенеза Сибири разработано К. В. Боголеповым [1967]. Он предложил такую последовательность событий: общее воздымание (сводообразование) — рифтогенез и локальное обрушение свода — формирование межгорных впадин на фоне расчленяющегося свода — выравнивание (или последующая дифференциация структуры). Соответствующий этой последовательности ряд формаций представлен разнообразными угленосными и вулканогенно-осадочными молассами, сменяемыми в разрезе корами выветривания и каолинитами. Здесь вызывает возражение лишь отнесение к орогенному циклу стадии выравнивания, по-

скольку она характеризует встречную тенденцию развития.

При анализе стадийности формирования земной коры во времени, или «по вертикали», основное внимание уделяется характеру осадконакопления (типы формаций, мощности отложений, перерывы в осадконакоплении), особенностям магматической деятельности, а также выражению в разрезах тектонических процессов (складчатость, структурные несогласия, характер залегания), т. е. тому, что позволяет выделять структурные этажи и их подразделения. Исследование особенностей развития земной коры «по латерали» основывается на представлениях об эволюционных рядах тектонических провинций, латеральная последовательность которых в значительной степени коррелирует с периодичностью тектогенеза. Эволюционные ряды намечаются уже в первых тектонических систематиках, предусматривающих выделение в структуре земной коры геосинклиналей и платформ, а также областей разновозрастной складчатости. Примером такого рода является систематика А. Д. Архангельского и Н. С. Шатского [1933, 1937], включающая докембрийские и палеозойские плиты (платформы) и последовательность областей разновозрастной складчатости от докембрийских до третичных.

Дополняя ряд геосинклиналь — платформа, Н. П. Херасков [1963] ввел представление об орогенном классе структурных элементов, но процесс их формирования включил в геосинклинальный цикл. Совершенно справедливо возражая против этого, К. В. Боголепов [1967] показал, что в таком случае утрачивается критерий ограничения во времени геосинклинальной стадии — перерыв в осадконакоплении, следующий за замыканием геосинклинали. Он писал: «... между временем так называемой „главной складчатости“, отвечающей последнему, заключительному этапу геосинклинального процесса, и началом «платформенного» этапа (в понимании Н. С. Шатского) должна быть выделена по крайней мере еще одна промежуточная стадия структурного развития земной коры» [Боголепов, 1967, с. 12]. Полагая, что процесс развития земной коры можно подразделить на три основные стадии (геосинклинальную, орогенную или развития складчатого пояса и платформенную), К. В. Боголепов выделил общий латеральный ряд континентальных, шельфовых и геосинклинальных структур. При этом он сформулировал представление о латеральных рядах крупных областей (прогибания (плиты — эпикратонные геосинклинали — ортогеосинклинали) и поднятия (сводовые поднятия — орогенные области)), отражающих противоположные тенденции в развитии земной коры Сибири на мезозойском этапе. Позднее К. В. Боголепов так представил латеральный ряд основных морфоструктурных областей континентов и зон их сочленения с океанами: геосинклиналь → протоороген → дейтероороген → континентальная плита [Боголепов, 1971]. В той или иной степени проблема эволюционных рядов рассматривается в большинстве общих геотектонических исследований.

## Структурно-формационные парагенезы основных

Стадийное состояние и межстадийные отношения	Основные геологические процессы
Геосинклиальная область —Преемственность—	Дифференцированное прогибание, неравномерное зональное осадконакопление, часто вулканизм; воздымание в концестадии, конседиментационная складчатость
Эпигеосинклиальная складчатая область —Наложённость—	Выход из-под уровня осадконакопления, складчатость (заключительная), метаморфизм, гранитообразование
Область орогенеза —Наложённость—	Сводово-глыбовые поднятия, горо- и котловинообразование, субаэральный вулканизм, гранитообразование
Область начального плитообразования —Преемственность—	Выравнивание рельефа, трансгрессия, уменьшение амплитуды тектонических движений
Платформа —Наложённость—	Устойчивый режим с малой скоростью морского и континентального осадконакопления
Область эпиплатформенного орогенеза	Глыбовые движения по разломам, иногда складкообразование

Наиболее важным следствием анализа латеральных рядов тектонических провинций является то, что этим рядам соответствуют ряды стадий существования, или статического состояния структурных элементов, а также выводы о взаимоперекрытии, постепенности смены и неравномерности проявления циклов тектогенеза по площади. Даже на относительно ограниченной территории Сибири в современном плане можно выделить стадии существования платформы и плитообразования, геосинклинали и области орогенеза, складчатой области и области рифтогенеза. Но, говоря о той или иной стадии существования, необходимо помнить, что в чистом виде эти стадии повсеместно не наблюдаются. Тем не менее на тектонических картах эти стадии отражаются в виде конкретных платформ, складчатых областей и т. п. Условность их выделения заключается в абстрагировании от многих параллельно идущих процессов. Например, выделив Сибирскую древнюю платформу, мы фиксируем определенную стадию ее существования, но в течение этой стадии на территории платформы проходили также

## стадий развития земной коры

Формации	Структурные элементы
Кремнисто-вулканогенные, аспидные, граувакковые, турбидитные, флишевые, часто эффузивные (андезитобазальтовые), встречаются офиолиты	Геосинклинальные прогибы (троги, котловины) и геоантиклинальные поднятия (гряды, массивы); разломы (уступы)
Обломочные, нижняя моласса, часто угленосная; гранитоиды (синкладчатые)	Синклиории, антиклиории, срединные массивы, приразломные зоны интенсивного смятия и катаклаза; разломы
Разнообразные молассы, эффузивы кислого, среднего и основного состава; граниты (послескладчатые)	Контрастные поднятия (сводовые, глыбовые, горсты) и впадины (межгорные, краевые, грабены); разломы (уступы)
Коры выветривания, красноцветы, молассоиды, каолиновые и соленосные глинистые, кварцевых песчаников	Малоамплитудные бассейны (прогибы) и сводообразные поднятия, валы, грядовые выступы основания
Карбонатные, терригенно-карбонатные и терригенные песчано-глинистые	Синеклизы и перикратонные опускания, антеклизы, щиты, авлакогены и приразломные зоны дислокаций
Разнообломочные, местами вулканогенные	Глыбовые поднятия и впадины; зоны эпиплатформенной складчатости

процессы плитообразования и эпиплатформенного орогенеза, которыми мы пренебрегаем: в любой складчатой области можно выделить участки активного горообразования с формированием наложенных впадин, а в отдельных областях — и участки формирования молодых плит.

Таким образом, принципиальная схема смены геосинклинального режима орогенезом и плитообразованием — не более чем тенденция, в реальности осложняемая всевозможными отклонениями, параллельностью и повторяемостью отдельных процессов. Для воссоздания общей последовательности формирования земной коры необходим искусственный прием или договоренность о некоторых фиксируемых состояниях. Идеализированной последовательностью геологических циклов, отраженных на поверхности Земли, можно считать: геосинклинальная складчатая область → эпигеосинклинальная складчатая область → область орогенеза → область начального плитообразования → область эпиплатформенного орогенеза (табл. 4). Учитывая опыт тектонического районирова-

ния ложа Мирового океана [Боголепов, Чиков, 1976], этот латеральный ряд можно предварить догеосинклинальными стадийными состояниями, наблюдаемыми в океанических сегментах: пояса спрединга и рифтообразования — области океанского плитообразования, осложненного ростом вулканических поднятий.

Таким образом, наша схема формирования земной коры континентов включает шесть самостоятельных геологических циклов, которые отражают общую (идеализированную) направленность ее развития. По-видимому, выделение геосинклинального и орогенных циклов не требует особого обоснования, они приняты в большинстве геотектонических построений. Платформенная стадия также очевидна: «тектоническая жизнь платформы идет по своим, только ей присущим законам» [Шейнманн, 1955, с. 22]. Но в истории развития континентальных платформ целесообразно выделение начальной стадии — плитообразования — как важного переходного этапа от области активного орогенеза к собственно платформе. На примере плит молодых платформ В. Н. Соболевская [1973] убедительно показала своеобразие этапов выравнивания, тафрогенеза (для древних платформ — авлакогенная стадия) и начала накопления сплошного чехла осадков. Эти этапы и включаются нами в начальный цикл образования платформы — цикл начального плитообразования. И, наконец, стадия существования складчатой области. Некоторая условность ее выделения связана с отсутствием характерного комплекса формаций, хотя нижняя моласса, вероятно, образуется именно в период заключительного складкообразования. Процесс эпигеосинклинальной складчатости приводит к качественно новому состоянию не только бассейна осадконакопления, но и его основания. Еще Е. В. Милановский [1929] обращал внимание на то, что складчатые сооружения необходимо выделять в качестве основного структурного элемента, возникшего из геосинклинали и резко отличающегося как от нее, так и от платформ по своей морфологии и особенностям развития. И эти сооружения по сей день выделяются на всех тектонических картах.

Не все стадии указанной последовательности одинаковы по интенсивности проявления, длительности существования или выраженности в структуре. С изменением целей исследования возможно выделение новых (промежуточных) стадий, например рифтогенеза (причем на разных уровнях идеализированной последовательности). В конкретных регионах эта последовательность может быть неполной или частично повторяться. Но мы вправе ожидать, что в истории Земли каждый ее член будет отражен комплексами формаций или структурных элементов общей систематики.

О соответствии формационных комплексов геологическим циклам уже говорилось. Попытаемся рассмотреть вопрос об отражении идеализированной последовательности формирования континентальной коры в структурных формах соответствующих тектонических областей. Одним из первых к нему обратился Л. И. Крас-

ный [1961], дав развернутую систематику структурных элементов, соответствующих стадиям развития «подвижных» областей: структуры геосинклинальной стадии (внутренние и внешние прогибы и поднятия); структуры складчатой области (краевые антиклинории и синклинории, срединные и остаточные массивы); структуры области завершённой складчатости и ее активизации (впадины континентального ряда, депрессии, сводовые и блоковые поднятия, депрессионные плиты, межгорные массивы).

На примере стадийности формирования Западно-Сибирской плиты П. К. Куликов, Н. Н. Ростовцев и М. Я. Рудкевич [1973] показали, что крупным этапам геологического развития соответствуют свои «структурные генерации» тектонических элементов. В кратком перечислении к этим генерациям относятся: антиклинории, синклинории, срединные массивы, межгорные впадины и краевые прогибы (геосинклинальная стадия); внутренние впадины, покровные депрессии, грабен-синклинали, своды, горст-антиклинали и т. д. (параплатформенная стадия); грабенообразные прогибы и горстообразные поднятия (тафрогенная стадия), а также валы, своды и прогибы (койлогенная и неотектоническая стадии).

Не останавливаясь на достоинствах и спорных моментах предложенных систематик (это видно из сравнения их с табл. 4), следует отметить, что указанные попытки направлены на упорядочение систем понятий историко-геологического и структурного подхода к анализу проблемы формирования и развития земной коры.

Для решения поставленной задачи нами построен каркас соответствий, учитывающий стадийное состояние коры, основные процессы геологических циклов, парагенезы формаций и структурных элементов, свойственных той или иной стадии развития земной коры (см. табл. 4).

Первое, на что необходимо обратить внимание, — это характер перехода от одного стадийного состояния к другому. В качестве основных видов межстадийных отношений следует выделить наложенность и преемственность. В первом случае на положение вновь формирующихся структурных элементов мало влияют особенности распределения и форма обособления элементов предшествующей системы. Например, вулканические пояса и наложенные впадины орогенной стадии в общем случае дискордантны по отношению к подстилающим структурам, и т. п. Но и преемственность, в большей мере отражая наследование структуры предшествующей стадии, не гарантирует прямую трансформацию одних типов тектонических элементов в другие. Например, при переходе от геосинклинали к складчатой области не всегда геоантиклинальные поднятия превращаются в антиклинории, а геосинклинальные прогибы — в синклинории; возможны различные варианты обращенных структур [Чиков, 1976].

Складчатым областям свойственны такие типы структурных элементов, как синклинории, срединные массивы или антиклинории, но противопоказаны элементы типа островных дуг, наложен-



ных впадин или синеклиз (см. табл. 4). В области орогенеза выделяются структуры, связанные с процессами сводообразования или обрушения в пределах сводов (глыбовые поднятия, межгорные впадины и т. п.), но такие элементы, как антиклинории и синклипории, уже относятся к «основанию» орогенной области.

В заключение попытаемся сформулировать самые общие положения, играющие роль методологических принципов:

земная кора континентов, изначально формируясь в результате сложно протекающего геосинклинального процесса, в последующем эволюционирует, проходя различные стадии развития. Эмпирически намечена последовательность таких состояний: геосинклиналь (геосинклинальная область) → эпигеосинклинальная складчатая область → область орогенеза → область плитообразования → платформа → область эпиплатформенного орогенеза. Первые стадии соответствуют этапу формирования континентальной коры, последующие — стадиям преобразования ее исходной структуры;

каждому стадийному состоянию земной коры соответствуют: преимущественная направленность тектонических движений, определенные геологические процессы, характерные комплексы геологических формаций и парагенезы структурных элементов;

стадийное состояние земной коры находит полное отражение в современном структурном плане континентов. Эти принципы необходимо учитывать при тектоническом районировании и построении как общих, так и региональных моделей структур.

## ГЛАВА VI

### ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

В нашей работе требуются две вещи: неустанная выдержка и готовность выбросить то, на что затрачено столько работы и времени.

*А. Эйнттейн*

#### § 1. ГЛАВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ КАРТОГРАФИИ В 70—80-е ГОДЫ

70-е — начало 80-х годов XX века стали временем подведения итогов для ряда традиционных направлений тектонического районирования, определения перспектив дальнейшего совершенствования принципов тектонической картографии и поиска новых способов исследования тектоносферы. Эти вопросы рассмат-

риваются в ряде работ [Боголепов, 1976; Борукаев, 1975; Пуцаровский, 1971; и др.].

| Определяя основные направления тектонического районирования 80-х годов, прежде всего необходимо выделить международную программу составления обзорной тектонической карты мира масштаба 1 : 15 000 000. В рамках этой глобальной программы Подкомиссия тектонической карты МГК подготовила и издала карты Европы и прилежащих акваторий (под редакцией А. А. Богданова и В. Е. Хаина — 1974 г.), Южной Америки (Ф. Ф. М. де Альмейдо — 1978 г.), Антарктиды (Г. Э. Грикуров — 1978 г.), Австралии и Новой Гвинеи (1971 г.), а также тектонические карты больших по территории государств: Китая, Франции и др. Прямое отношение к этой программе имеют изданные ранее карты тектоники Евразии, Африки и Северной Америки (см. гл. II). Общность этих исследований определяется тем, что они выполнены в традициях историко-геологического подхода на основе принципов возраста завершающей складчатости, выделения структурных этажей и формационных комплексов. Руководящие положения этих обобщений следуют из концепций геосинклиналей, платформ, орогенеза и пр.

| В отечественной мелкомасштабной тектонической картографии обзорного типа к началу 80-х годов обособились два характерных направления. Первое представляет собой углубление и детализацию принципов историко-геологического подхода с акцентом на выделение структурно-формационных зон при районировании крупных территорий в масштабе 1 : 1 500 000 — 1 : 1 000 000. Примерами служат опубликованные в 1971—1980 годах тектонические карты Центрального и Южного Казахстана (ред. Л. И. Боровиков), Украины (В. Г. Бондарчук), Белоруссии (Р. Г. Гарецкий), Прибалтики (П. И. Сувайздис), Таджикистана (Я. А. Беккер), Якутии (К. Б. Мокшанцев) и других территорий, выделение которых проводилось преимущественно по административному признаку. К этой же группе тектонических карт относятся обобщения по отдельным структурным провинциям — районирование Сибирской (Н. С. Малич) и Русской (Т. Н. Спижарский) платформ, Алтае-Саянской складчатой области (В. С. Сурков) и т. п. Руководящими принципами районирования при их составлении служили возраст завершающей складчатости, типы тектонических режимов и выделение структурных этажей (ярусов).

Другое важное направление связано с разработкой нового способа тектонического районирования на основе представлений о возрасте становления континентальной коры. Наиболее полно оно представлено Тектонической картой Северной Евразии (под редакцией А. В. Пейве и А. Л. Яншина, 1980 г.). Главным методологическим принципом здесь был актуалистический: выделение аналогов основных элементов современной структуры земной коры в геологическом прошлом, а основная цель заключалась в показе пространственных и временных закономерностей образования континентальных блоков коры на территории северной части круп-

нейшего массива Земли. Руководящие идеи этого направления связаны с современными мобилистскими представлениями и предусматривают глобальные горизонтальные перемещения в литосфере, чередование во времени и пространстве сложных геодинамических обстановок растяжения, неравномерного сгущивания и постепенного формирования континентальной коры как следствия структурного и вещественного преобразования коры океанической в результате геосинклинального процесса [Пейве и др., 1976].

При подготовке тектонической карты Северной Евразии в течение 70-х годов были составлены и изданы региональные обобщения по Восточному Казахстану, Уралу, Северо-Востоку СССР и другими территориями. В методологическом отношении оказались важными полученные при этом данные о направленности стадийного процесса формирования континентальной коры, его длительности (растянутости) во времени, наличии деструктивных явлений регионального масштаба и роли меланократового фундамента, или океанической коры геологического прошлого, в современной структуре континентов.

В свете общих принципов и направлений тектонического районирования особое внимание привлекают попытки создания специальных тектонических карт, основная цель которых определяется практической необходимостью разработки таких моделей тектоногенеза, которые отражают лишь отдельные важные черты строения и развития земной коры, представляющие особое научное значение или связанное с удовлетворением запросов практики прогноза и поисков конкретных видов полезных ископаемых. Тематическое целеуказание позволяет все внимание и средства сосредоточить на решении частной задачи, отвлекаясь от множества других не менее важных и сложных проблем. На первый план в этом случае выступают принципы оптимальности и специализации (см. гл. III, § 3). Среди основных видов специализированных карт наиболее разработаны следующие:

обзорные региональные прогнозно-металлогенические;

прогноза размещения определенных видов полезных ископаемых (оловоносности, нефтегазоносности и т. п.);

районирования отдельных структурных этажей осадочно-метаморфической оболочки (тектоники докембрия, фундамента платформ и т. п.);

новейшей тектоники и современного физического состояния земной коры (сейсмотектоники, вулканизма и пр.);

глубинного строения (поверхности Мохоровичича и др.);

палеотектонические, в том числе палинспастические.

Обзорные металлогенические карты относятся к числу наиболее распространенных; но составляются они на основе «синтетических» принципов, при этом пытаются учесть как основные закономерности глобального и регионального тектоногенеза, так и важнейшие закономерности эволюции вещества земных недр во времени и пространстве. Собственно тектоническое районирование является одним из наиболее существенных теоретических оснований таких

обобщений. Но чрезвычайная сложность общей задачи предопределяет и элементы эклектичности в итоговых материалах — обзорных металлогенических картах.

Более частное значение (применительно к тектоническому районированию) имеют карты, призванные способствовать выявлению закономерностей распределения и образования в земной коре конкретных видов полезных ископаемых или иных минеральных масс. Прежде всего в эту группу попадают карты нефтегазосности, калиености, углености и прогноза других видов ископаемых, связанных преимущественно с осадочными толщами. Близкие задачи решаются при составлении тектонических карт платформенных чехлов, а также карт районирования шельфов Мирового океана. В связи с проблемами главным образом нефтяной геологии чрезвычайное значение приобретают математические методы моделирования структуры осадочных бассейнов, методы построения структурных карт на базе автоматических средств и ЭВМ. Примером законченных разработок такого рода являются способы построения структурных моделей по различным горизонтам платформенного чехла с помощью сплайн-функций и методов решения некорректных задач математической физики [Волков, 1980].

Другое важное направление в создании карт специализированного прогноза — районирование, ориентированное на выделение структурных провинций, перспективных на эндогенные месторождения определенных металлов (прогнозные карты редкометалльного оруденения и т. п.).

Большую группу специализированных тектонических карт, опубликованных в 70—80-е годы, составляют научные обобщения, цель которых — исследование строения (и формирования) отдельных тектонических этажей или оболочек земной коры. Больше всего таких карт создано для областей платформенного строения, для которых кроме различных видов районирования осадочных чехлов большое значение имеют тектонические карты фундаментов древних и молодых платформ [Структура..., 1974; Тектоническая карта ..., 1975; Гарецкий и др., 1977], а также карты глубинного строения.

Примером глобального специализированного синтеза служит «Карта тектоники докембрия континентов», составленная в масштабе 1 : 15 000 000 под редакцией Ю. А. Косыгина, Ч. Б. Борукаева и Л. М. Парфенова, опубликованная в 1972 г. Основная цель ее — выявить глобальные черты современной (наблюдаемой) структуры докембрия континентов и районирования докембрийского этажа. К основным задачам относятся выделение и типизация главных структурных элементов в толще докембрийских образований, определение закономерностей их размещения в пространстве, а также отображение их взаимоотношений (взаимного расположения). В качестве основной единицы расчленения докембрийского этажа принят структурно-вещественный комплекс (комплекс минеральных масс) — крупное геологическое тело, от-

личающееся от смежных тел по значениям вещественных (формации и способ их чередования, количественные соотношения и характер обособления) и структурных (дислоцированность) характеристик. Они выделяются как результат группирования относительно небольших геологических тел (пластов, свит), обладающих в рамках принятой классификации одинаковыми значениями вещественных и структурных характеристик, с учетом которых на карте выделено четыре типа комплексов — геосинклиналильные и платформенные в складчатом и нескладчатом состоянии. Их возрастная индексация дается в соответствии со шкалой эталонов докембрийских образований, и каждый конкретный комплекс выступает в качестве единицы трехмерной классификации [Карта тектоники..., 1974, с. 28].

Карту тектоники докембрия континентов отличает выдержанность исходных принципов и методических приемов районирования, а также значительная схематизация итоговой модели. Последнее, как и неудачный выбор масштаба, способствовало тому, что интересный замысел составителей не получил широкого распространения.

Структурно-вещественное направление тектонического районирования получило оригинальное воплощение в типологической тектонической карте структурно-формационных ярусов территории СССР масштаба 1 : 10 000 000 (ред. В. И. Драгунова), основная цель которой состоит в подготовке основы для металлогенической карты такого же масштаба. Методологический подход к этой работе определялся концепцией уровней организации с системой понятий, в значительной степени заимствованных из биологии (виды, роды, таксоны тектонических объектов, типы и семейства структурно-формационных ярусов и т. п.), а сама карта представляет собой опыт реализации «иерархического системного уровня-организационного подхода к решению теоретических и прикладных вопросов тектонической картографии» [Драгунов, Ермолов, 1982, с. 36]. Принципы построения ее легенды — типологический (единообразие изображения на карте объектов, принадлежащих к одному таксону), а также иерархической и систематической однородности изображаемых объектов.

В основу выделения тектонических элементов положен вещественно-морфологический принцип, выражающийся в обособлении «однородно деформированных иерархизированных и систематизированных геологических объектов» (там же, с. 10), главные среди которых — структурно-формационные ярусы, определяемые аналогично структурно-вещественным комплексам (см. выше); их детализация осуществляется по особенностям наборов видов формаций и специфике морфологических признаков. Структурно-формационные ярусы образуют «геоценотические ассоциации» метапанклинных, геоклизовых, геоклинорных и геороклинных ярусов с подразделениями по формационному составу.

Типологическую карту структурно-формационных ярусов также отличают последовательность методических приемов и выдер-

жанность принципов составления. Но своеобразие терминологии, а также погрешности общей систематики тектонических провинций, в которой «подвижные пояса» объединяют авлакогены, складчатые системы, области активизации, современные геосинклинали и рифты, а кратоны — платформы и срединные массивы, снижают перспективы широкого использования предлагаемого подхода.

Другим примером тематической специализации районирования глобального и регионального уровней с выделением частных неоднородностей строения земной коры служат карты регионального метаморфизма [Добрецов и др., 1976] и глубинного строения земной коры [Фотиади, Туезов, 1974; и др.]; устойчивы традиции неотектонического районирования, составления различных видов палеотектонических карт, анализ которых выходит далеко за рамки нашей задачи.

С начала 70-х годов заметно активизировались усилия в области тектонического районирования ложа Мирового океана, хотя первые опыты относятся к 60-м и более ранним годам (см. гл. II). Систематическое и целенаправленное пополнение сведений о геологическом строении ранее практически недоступной наблюдениям части планеты, совершенствование методов ее исследования позволили приступить к разработке новых принципов тектонического районирования океанического дна. К тому времени при составлении тектонических карт акваторий основными источниками информации служили геофизические и геоморфологические (батиметрические) исследования, дополнительными данными служили сведения о динамике современных процессов, подчиненную роль играли собственно геологические материалы (см. [Боголепов, Чиков, 1976]). Позднее все большее значение стали приобретать результаты глубоководного бурения, которые вместе с данными сейсмопрофилирования стали служить надежной основой структурных моделей верхней части земной коры (преимущественно осадочного слоя).

В методологическом отношении большой интерес представляет Тектоническая карта Тихого океана и Тихоокеанского подвижного пояса, составленная еще в 60-е годы под редакцией П. Н. Кропоткина [Кропоткин, Шахварстова, 1965]. Руководящим принципом районирования были время и динамика образования структурных элементов океанического ложа, а типизация структурных провинций проведена с учетом главных типов строения земной коры: материкового, океанического и переходного (невыдержанного строения). При дальнейшей детализации структуры авторы учитывали морфологические характеристики, условия напряженного состояния коры (зоны сжатия и растяжения), а также предполагаемые направления движения геоблоков.

В 1970 г. была опубликована Тектоническая карта Тихоокеанского сегмента Земли (под редакцией Ю. М. Пуцаровского и Г. Б. Удинцева), при составлении которой получили дальнейшее развитие принципы районирования океанических пространств, апробированные на карте Евразии (см. гл. II). Главными элемен-



тами использованной систематики являются океанические подвижные пояса и талассократоны, включающие океанические плиты, сводовые и глыбовые поднятия, а также краевые валы; в зоне перехода от океана к континенту выделены современные геосинклинали, включающие блоки ранне-, средне- и позднепалеозойской складчатости в геантиклинальных поднятиях. Исходными принципами служили результаты морфоструктурного анализа и отдельные положения историко-геологического подхода (преимущественно для континентальных массивов).

В последующем появились новые тектонические карты и схемы как отдельных акваторий, так и Мирового океана в целом, составленные в близкой манере. По исходным принципам и методике составления существенно отличается Тектоническая карта арктических глубоководных впадин и шельфа Северного Ледовитого океана, составленная в масштабе 1 : 2 500 000 (под редакцией Ю. Е. Погребницкого, 1978 г.). Здесь используется «структурно-эволюционный» принцип районирования на основе выделения структурно-седиментационных комплексов — наименьших частей осадочной оболочки, сохраняющих признаки структурно-вещественной индивидуальности, приобретенные во время своего становления. По мнению Ю. Е. Погребницкого, эти комплексы отражают структурные преобразования региона на фоне общих черт структурной эволюции земной коры, а лик Земли определяется развивающимися структурами, связанными в эволюционирующие динамические системы, которыми захватываются и перерабатываются ранее сформированные структуры. Отсюда главные элементы тектонической систематики — области геоподнятий (участки с разрушающейся структурой осадочной оболочки) и геодепрессий, где структура осадочной оболочки формируется; детализация осуществляется с учетом морфоструктуры региона, типов строения коры, генезиса и возраста комплементарных тектонических структур в системе материк — океан.

Одним из наиболее важных направлений совершенствования теории и методов тектонического районирования в 70—80-е годы представляется расчленение объема земной коры или ее частей на трехмерные тела и соответственное отображение глубинного строения изучаемого геологического пространства. Необходимость определения геологических тел в пространстве метрических координат и анализа скрытых на глубине их отношений требует совершенствования и традиционных способов тектонического районирования. Главным условием такого расчленения объема является моделирование структуры на основе экстраполяции установленных свойств геологических тел (структурных элементов), их границ и отношений, интерпретации геофизических данных. При этом на первое место выдвигается проблема идентификации геофизических границ с геологическими, а в тектографии — поиск наиболее совершенных способов отображения картируемых (противопоставляемых) тектонических элементов, их размеров на глубине, границ и отношений.

По-видимому, ближайшие перспективы этого направления — создание комплексов тектонических карт-срезов, объединяемых каркасом опорных профилей; получаемые при этом материалы позволят переходить от качественных характеристик объема к количественным. Попытки объемного геологического картирования на основе карт-срезов в метрических или возрастных координатах (по вертикали) известны по территориям Казахстана, Кавказа, Карпат и других регионов [Милеев, Юнаковская, 1982]; оригинальная методика объемного тектонического районирования складчатых сооружений использована для Алтае-Саянской области [Сурков и др., 1977]. В отдаленном будущем, вероятно, появится возможность делать объемные тектонические построения с помощью голографии.

В 1976—1977 годах в Институте геологии и геофизики СО АН СССР была разработана методика составления Атласа тектонических карт и опорных профилей Сибири с целью районирования и отображения структуры верхней части земной коры на основе наблюдаемых характеристик тектонических комплексов и их современного положения в пространстве. В качестве срезов выбраны хронологические уровни, соответствующие эпохам главных тектонических перестроек на территории Сибири (чем достигаются преимущественность тектонического анализа и контролируемость результатов), а совокупность геологических тел, заключенных между соседними срезами, рассматривается как единый картируемый мегакомплекс: байкальский, каледонский, ранне- и позднегерцинский, мезозойско-кайнозойский; карельский мегакомплекс условно объединяет и более древние образования [Главные тектонические комплексы..., 1979; Методические рекомендации..., 1981].

При тектоническом районировании мегакомплексов существенно то, что их площадные размеры значительно превышают вертикальную мощность, последовательность в разрезе земной коры постоянна, а границы по вертикали определяются на основе стратиграфической корреляции с погрешностью, не превышающей интервала в осадконакоплении между граничными формациями соседствующих мегакомплексов. Опорные профили, положение которых тесно увязано с сетью профилей ГСЗ и других геофизических методов, представляют отношения главных тектонических комплексов Сибири в явном виде.

В процессе составления тектонического атласа Сибири была разработана объемная структурная модель, учитывающая реальные размеры, пространственные соотношения, глубину залегания и особенности внутреннего строения основных структурных элементов региона не только в области их выходов на поверхность, но также в погруженном состоянии. А используемая методика районирования показала свою пригодность при исследовании тектоники разнотипных структурных провинций континентов.

Принципиально иной подход разработан при тектоническом районировании земной коры океанических сегментов [Боголепов,

Чиков, 1976]. В основе его эмпирически установленные закономерности: земная кора океанов имеет относительно небольшую мощность, характерный трехслойный разрез и устойчивые соотношения параметров на больших площадях; «анализ соотношений между верхней (земной рельеф) и нижней (рельеф мантии) поверхностями коры позволяет установить обобщенную форму коровых тел (блоков), различную для разных типов структурных провинций и их подразделений» (там же, с. 141). Полагая, что главные тектонические элементы, или тектонические провинции океанического ложа, различаются мощностью коры, соотношениями слагающих ее слоев, а также конфигурацией и осредненной формой сечения, можно заранее на основе эмпирических обобщений наметить некоторое множество характерных провинций — основу тектонической систематики наиболее крупных структур океанического ложа, уточняемую в процессе исследования океанических сегментов коры.

К главным элементам такого районирования относятся: океанические плиты, пояса и области вулканических структур, пояса рифтовых структур, внутриокеанические блоки континентальных структур (микроконтиненты), а также пояса геосинклинальных структур в зонах перехода от океана к континенту. При выборе названных провинций основное внимание уделяется типу структурных форм, наблюдаемых на поверхности ложа Океана (вулканические, рифтовые, геосинклинальные структуры), или общей целостности, закрепленной традициями (океанические плиты, микроконтиненты). Сама процедура районирования выражается простой последовательностью операций: выделение крупных морфоструктурных зон; их характеристика по фиксированному списку свойств; характеристика границ и граничных зон выделяемых структурных провинций; проверка соблюдения общих принципов районирования на полученной модели. Использование дополнительных характеристик выделенных провинций позволяет оценить современное физическое состояние коры и ее элементов.

В итоге была составлена мелкомасштабная тектоническая карта ложа Мирового океана, сопровождаемая таблицей параметров главных элементов и таблицей типов переходных структур [Боголепов, Чиков, 1976]. В каждой точке этой карты по типу провинции определяются: характер расслоенности коры, пределы изменения мощности коры и ее слоев, форма сечения, наборы геологических формаций и локальных структур на поверхности, а также динамические характеристики тектонической зоны (сейсмичность, вулканизм, тепловой поток). Карта представляет собой законченную модель объемной структуры, которая позволяет не только представить главные количественные особенности строения крупных участков океанической коры, но и основные типы переходных структур в зонах взаимодействия тектонических провинций.

Трудно дать полный анализ всех известных попыток тектонического районирования за рассматриваемый период, но даже приведенные примеры указывают на общее стремление совершенство-

вать приемы исследования тектоносферы. В текущем десятилетии намечается завершение глобального синтеза тектоники материков на основе принципа возраста главной складчатости, ведутся поиски новых путей районирования земной коры с учетом времени ее становления, активно разрабатываются способы тектонического районирования океанических пространств, намечается предметная специализация при тематическом расчленении коры и пр. Рассматривая главные направления дальнейшего совершенствования тектонического районирования, особо следует выделить проблему разработки его теоретических основ как наиболее эффективного средства совершенствования тектонических исследований.

## § 2. К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ ТЕОРИИ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

Говоря о теоретической концепции или частной теории естествознания, мы обычно имеем в виду систему общих понятий (принципов), предположений и эмпирических законов, организующих знания о природных объектах и явлениях в определенной области. Формулирование понятий и выдвижение рабочих гипотез — обычные, хотя и не всегда совершенные в формальном отношении операции, но установление законов — необычный вид деятельности для геологов, биологов и других представителей естественных наук. В то же время «...основные достижения физики были связаны с открытием законов, единых для всей вселенной, и мы принимаем почти как аксиому, что дальнейший прогресс физики связан с объединением все большего количества явлений в рамках нескольких фундаментальных принципов» [Дайсон, 1982, с. 64]. По-видимому, оценивая возможности построения теоретических концепций геотектоники и ее разделов, целесообразно учесть опыт зрелых, лучше организованных наук. Но учитывать — не означает копировать методы построения физических теорий или использовать конкретные приемы и рекомендации. Дело в принципиальном подходе к постановке задачи, выборе стратегии и способов оценки результатов.

Современное науковедение позволяет представить и сравнить многовековой опыт построения научных теорий в различных дисциплинах, определить основные предпосылки появления научной теории в естествознании, использовать структуру и функции известных теорий, сформулировать требования к еще не сформулированным концепциям [Баженов, 1968; Рузавин, 1978; Назаров, 1982; и др.].

В общем случае теория — это универсальное средство, позволяющее с минимальными усилиями максимально полно представить знания конкретной науки или ее раздела. При этом «необходимо учитывать огромное разнообразие теорий как по предмету (объекту) исследования, так и по глубине раскрытия сущности изучаемых явлений» [Вотах, 1979, с. 15].

Научные теории могут быть частными или более общими, т. е. иметь разную область применения, быть более или менее фундаментальными, обладать разной степенью абстракции и логического совершенства, различаться степенью верификации и пр. По структуре и назначению их принято разделять на эмпирические (феноменологические) и более абстрактные логико-математические; основные теории геотектоники относятся к первому классу, среди них преобладают так называемые описательные. С гносеологической позиции такие теории имеют много общего с гипотезами; различия заключаются прежде всего в том, что гипотеза представляет знание вероятное, а теория — достоверное в тех пределах, в которых она подтверждается практикой [Штофф, 1978].

Известно также, что научная теория и теоретические основы — далеко не одно и то же. В качестве теоретических основ тектонического районирования обычно выступают эмпирически установленные закономерности строения и развития земной коры, а также те непротиворечивые логические конструкции, которые представляют собой результат исследовательской деятельности: классификации, сформулированные принципы, научные методы и эмпирические законы. Но как бы ни были хороши отдельные, опытным путем установленные закономерности, они не могут полностью представлять теоретический уровень знания, для которого характерны сбалансированная система исходных и выводимых понятий, высокий уровень абстракции и идеализированные конструкции, мысленные эксперименты с идеальными объектами и пр. Объекты теоретического уровня познания «менее наглядны, более абстрактны, но позволяют глубже проникать в сущность объекта, скрытую за многообразием геологических явлений» [Назаров, 1982, с. 29].

Каковы же перспективы перехода от эмпирического уровня к теоретическому? И здесь уместно обратиться к опыту физики: «Чувственные восприятия нам даются, но теория, призванная их интерпретировать, создается человеком. Она является результатом исключительно трудоемкого процесса приспособления: гипотетического, никогда окончательно не заканчиваемого, постоянно подверженного спорам и сомнениям» [Эйнштейн, 1967, с. 229]; и далее: «В создании физической теории существеннейшую роль играют фундаментальные идеи. ... Началом каждой физической теории являются мысли и идеи, а не формулы» (там же, с. 530). Значит, главное в процессе теоретизации геотектоники — ученый и его фундаментальные идеи в области строения и эволюции Земли.

Теоретические концепции естествознания появляются тогда, когда возникают существенные трудности при обобщении накопленного множества эмпирических данных, когда возникает потребность в новом, более существенном знании и необходимость разработать более эффективные способы решения практических задач избранной области. При этом совершенство концепции определяется общим мировоззрением ее создателей, фундаменталь-

ностью исходной идеи, уровнем обобщения эмпирических данных и степенью общности эмпирических законов на момент появления более общей теории.

Опыт показывает, что известные теоретические концепции в геологии не появлялись внезапно, а создавались в течение длительных отрезков времени, поэтапно. Это вызвано как сложностью объекта исследования, так и более субъективными причинами: малой фундаментальностью идей, неразработанностью научных методов, отсутствием строгого научного языка и, как следствие, логическим несовершенством теоретических конструкций, трудностью эмпирической проверки научных утверждений и гипотез. Продолжительность процесса создания научных теорий присуща и другим отраслям знания, в частности физике. Например, в процессе формирования физических теорий В. П. Бранский [1976] выделяет четыре этапа: эмпирический; нефундаментально теоретический; умозрительный; фундаментально теоретический. Повидимому, не следует думать, что разработка и формулирование конструктивных теорий геотектоники сдерживаются только нашим нежеланием работать в этом направлении.

По представлениям А. С. Майданова [1982], процесс формирования научной теории делится на два больших этапа: поисковый и собственно построения теории. В течение первого этапа определяются объект исследования, его элементы и их свойства, изучаются законы связи этих элементов и формируются эмпирические и некоторые теоретические основы будущей теории. Второй этап состоит из двух главных стадий: на первой формируется объективный номологический и технологический базис, на второй осуществляется поиск методологических средств построения всего содержания теории.

Говоря о структуре теории, обычно представляют совокупность определенных положений (элементов), определяющих содержательную или смысловую часть теории (понятия или утверждения), а также совокупность логических связей и отношений между этими элементами. Основная особенность структуры теории состоит в том, что содержательные понятия и утверждения расположены не в произвольном или «внешнем» порядке, а образуют логически взаимообусловленную систему [Штофф, 1978]. Полагая главной целью построения научной теории сведение в единую систему всех знаний, накопленных в определенной области исследования, Г. И. Рузавин [1978] к числу основных компонентов развитой теории опытных наук относит: эмпирические предпосылки (накопленные данные и результаты их первичной обработки); исходный теоретический базис (главные допущения, постулаты, идеализации, фундаментальные законы); логический аппарат теории (правила вывода производных понятий из исходных, логические правила доказательств); все потенциально возможные следствия.

В философской литературе назначение и функции научной теории трактуют очень широко. Теория рассматривается как система



описания и объяснения, синтеза и обобщения эмпирического материала, как конечный результат, завершающий определенный этап познания, как инструмент проникновения в глубинную сущность объектов исследования и их связей. Важнейшая функция теории состоит в том, что она позволяет предсказывать, продуцировать новые фундаментальные идеи, а также дает возможность решать с ее помощью задачи, которые могут возникнуть в будущем. Все это, конечно, верно, важно лишь не забывать, что теории различаются степенью разработанности, имеют разный уровень совершенства, поэтому то, что естественно для разработанной теории логико-математического типа, не будет свойственно описательной теории, и наоборот.

Намечаются два основных пути создания теоретических концепций в геологии: эволюционный и конструктивистский. В первом случае теория создается на базе установленных эмпирических закономерностей и обобщений с использованием наряду с новыми традиционных приемов и систем понятий; этот путь обеспечивает преемственность знания, но обычно бывает не самым коротким. Как правило, на начальной стадии разрабатываемая концепция представлена гипотезой, состоятельность которой определяется рядом условий: соответствие всей известной совокупности фактов; соответствие теоретическим закономерностям избранной области, истинность которых уже доказана; соответствие общим принципам научного мировоззрения. Кроме того, исходная гипотеза должна быть простой, допускать принципиальную возможность проверки, а также обладать способностью к дедуктивному разворачиванию, т. е. к выведению из нее эмпирически проверяемых следствий [Штофф, 1978].

По мере развития гипотезы совершенствуются и составляющие ее основы идеи, система развитых идей переходит в категорию теорий или теоретических концепций. Это процесс длительный, но не бесконтрольный. Исследователи, создающие теорию, руководствуются научными принципами, действуют научными методами и ограничены уже установленными законами природы. Анализируя способы построения научных теорий естествознания, О. А. Вотих [1979, с. 17] показал, что произвол в выборе основных положений строящихся теорий существенно ограничивается так называемыми регулятивными принципами: соответствия (теория включает известное знание, истинность которого доказана), внутреннего совершенства (инвариантности), внешнего оправдания (соответствия выводов теории наблюдениям), простоты конструкции (оптимальной организации) и фальсифицируемости (опровержение при выходе за область применения).

Конструктивистский способ построения общих и частных теорий можно представить на примере разрабатываемой Ю. А. Ворониным [1976] и его коллегами теории геологических районизаций. Она представляется как некоторая система методологических и теоретических положений, обеспечивающих эффективное районирование для региональных геологических задач с помощью мате-

математических методов и ЭВМ. По форме эта теория относится к простейшим теориям логико-математического характера, а одно из основных назначений ее состоит в разработке формальных представлений о постановке и решении задач районирования. При этом конечным продуктом районирования выступают районизации, т. е. разбиение пространства на связанные подпространства, удовлетворяющие некоторым нормативным условиям, или процедура перехода от элементаризации пространства (ячейки правильной сети с соответствующими характеристиками свойств и координат) к его районизации [Градова, 1980]. Формально процедура районирования представлена операциями классификации и распознавания образов, но, кроме того, включает специфические операции выделения и описания районов (тел).

Содержание теории геологических районизаций распадается на четыре части:

- методологическая: исследование различных видов районирования (географического, геологического и пр.), определение понятий, целей, процедуры районирования, оценка результатов и возможностей использования математических методов в известных способах районирования;

теоретическая: разработка формального определения районизации \* и формальной постановки задач с учетом использования ЭВМ, построение и исследование формальных операций над геологическими районизациями, перечень элементарных задач, связанных с построением и использованием геологических районизаций, описание всех возможных математических постановок этих задач и пр.;

математическая: перечень различных математических задач теории районизаций, описание идей и подходов к разработке алгоритмов их решения, методические рекомендации по их применению;

прикладная: пакеты программ по постановке и решению задач построения и использования конкретных районизаций, методические рекомендации по их применению в конкретных случаях.

Работы в этом направлении продолжаются. В соответствии с общим представлением Ю. А. Воронина о геологических районизациях Т. А. Градова [1980] осуществила формальную постановку и решение на ЭВМ частной задачи районирования — выделения, сущность которого заключается в выделении и распознавании объектов поиска; оно направлено на обнаружение локальных тел в изучаемом пространстве. Эта работа оценивается ее автором как начальный этап разработки теоретических основ районирования. По-видимому, и в целом конструктивистский подход к разработке теории районирования еще находится в стадии поиска.

Говоря об общей теории тектонического районирования, необходимо подчеркнуть, что на современном этапе геотектонике свой-

---

\* Предполагается создание специального языка как фрагмента более общего языка теоретической геологии.

ственные, наряду со стремлением к детализации свойств конкретных объектов исследования и углубленным изучением актуальных проблем, имеющих важное значение при поиске полезных ископаемых, также стремление к идеализации и моделированию, к выбору объектов на основе обобщения и схематизации сведений о наблюдаемых явлениях, попытки мысленных операций с этими объектами. Иными словами, наблюдаются тенденции к теоретизации и прямые признаки теоретического уровня геотектонических исследований. В идеале теория тектонического районирования должна прежде всего оптимальным способом отвечать на вопросы: «где», «сколько» и «в каких отношениях» находятся интересующие нас элементы строения земной коры в изучаемом пространстве.

Предположим, что общая теория тектонического районирования уже существует, хотя строго и не описана. Такое предположение основывается на том, что существует богатый опыт создания разнообразных тектонических карт, представляющих собой не что иное, как частные теории строения (и развития) изображаемого региона. Другая разновидность задания частной теории в геотектонике — монографическое описание, например теории орогенеза в форме анализа строения и развития того или иного региона с последующим обобщением [Боголепов, 1967] или ставшее классическим описание основ теории геосинклиналей в монографии Э. Ога «Геология». Подобные элементы теоретической геотектоники удовлетворительно выполняют свои функции.

Что же следует считать основными элементами теории тектонического районирования?

Прежде всего это эмпирический базис. В результате наблюдения и обобщения геологических данных, их сопоставления и логического анализа возникающих проблем определен объект исследования геотектоники — тектоносфера и ее части, установлены важные закономерности строения и эволюции этого объекта, намечены основные качественные соотношения элементов, отражающие сущность строения и развития тектоносферы. Все это позволяет проводить многоуровневое выделение и картирование разнообразных геологических тел с разной степенью детальности.

К числу основных современных научных концепций геотектоники, определяющих теоретические основы тектонического районирования, относятся концепции геосинклиналей, орогенеза, литосферных плит и пр. Другую группу теоретических концепций, или частных теорий, составляют монографические описания региональной тектоники с элементами сравнительного анализа, а также упоминавшиеся тектонические карты, синтезирующие и генерализующие геологические данные, представляющие эти данные в компактной графической форме. Эта совокупность и образует исходный теоретический базис тектонического районирования.

Степень обобщения эмпирических данных в геотектонике такова, что позволяет строить частные и общие систематики тектонических элементов, т. е. создавать абстрактно-обобщенные представления о всем множестве элементов изучаемого пространства.

В этих систематиках представлены в разной степени идеализированные объекты, выраженные понятиями. А соответствующие им термины служат основой специального языка науки.

Назначением и функциями общей теории тектонического районирования являются: создание конечной модели строения тектоносферы, завершающей определенный этап познания; способность вскрывать наиболее существенные особенности изучаемого объекта; предсказание важных следствий, ведущих к совершенствованию теории или имеющих практическое значение.

Одним из элементов теории выступает систематика перечисления основных типов задач, решаемых с ее помощью. При современном состоянии теории тектонического районирования возможно выделение лишь ряда таких задач, причем нет уверенности в том, что определены они все. Представляется, что среди них обязательно указание на следующие:

- разработка правил целеуказания и постановки задач районирования;

- разработка правил выделения, сопоставления и типизации элементов районирования;

- разработка правил расчленения изучаемого пространства на однородно охарактеризованные элементы;

- разработка правил представления результата и требований к оценке его качества;

- построение законченной модели структуры исследуемого региона, имеющей осознанные преимущества перед ранее созданными (большая способность объяснять и предсказывать, логичность и обоснованность, простота и компактность реализации);

- оценка практически важных следствий и прогноз задач, которые могут возникнуть в будущем.

Таким образом, теоретические основы тектонического районирования уже сейчас позволяют оптимизировать процедуры полного разбиения изучаемого геологического пространства в соответствии с заданным характером его неоднородности, целевого выделения определенных типов элементов и определения их положения в пространстве (поиск), исследования отношений элементов районирования, объяснения основных черт строения и развития изучаемого региона, а также разрабатывать методы построения частных теорий районирования.

В чем же несовершенство общей теории районирования? Причин здесь несколько. И прежде всего описательный характер выражения основных научных концепций, основных законов природы, связей и отношений изучаемых объектов. Исследователь оперирует языком, слабо поддающимся формализации. К тому же практически полностью отсутствует строгий аппарат выведения производных понятий геотектоники из исходных принципов. Именно поэтому в геотектонике так остро и стоит вопрос о необходимости разработки методологических и логических средств совершенствования формы и содержания общей теории тектонического районирования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Истина ничуть не страдает от того, если кто-либо ее не признает.

*Ф. Шиллер*

Последняя четверть XX века — время активного пересмотра и переосмысливания теоретических основ геотектоники под влиянием идей неомобилизма, данных глубокого бурения на континентах и глубоководного — в океанах, период интенсивного и плодотворного использования результатов геофизических исследований глубоких недр в практике тектонических построений, наконец, время широкого распространения новой информации, получаемой в процессе космических съемок. Начиная с 70-х годов в геологических исследованиях широко используются математические методы, автоматическая обработка данных и ЭВМ; резко возрос интерес к проблемам совершенствования геологических теорий. Вполне понятно, что специалисты стали уделять вопросам методологии научного исследования большое внимание.

Рассматривая тектоническое районирование и тектографию в качестве обособленных (но тесно связанных) дисциплин, мы получаем более осязаемый результат методологического анализа, имеем возможность более целенаправленно организовать знание о каждой из них. При этом фундаментальные закономерности строения земной коры определяют содержательную основу тектонического районирования, в свою очередь контролирующего содержание тектонической картографии.

Районирование было и остается наиболее сильным средством тектонического анализа и синтеза, позволяющим концентрировать коллективные усилия исследователей на решении важнейших проблем геотектоники. Совершенно очевидно, что квалифицированное тектоническое районирование возможно лишь при наличии определенных предпосылок, среди которых главными (когда имеются профессиональные исполнители) выступают сравнительно высокий уровень общей геолого-геофизической изученности территории, наличие структурной информации, позволяющей выделять (ограничивать) и относить выделенные элементы земной коры к тому или иному классу тектонической систематики. Проведенный анализ состояния проблемы показал, что в настоящее время имеются реальные предпосылки для тектонического районирования всей поверхности земного шара с единых методологических позиций, возможность осуществления объемного моделирования тектоносферы и, таким путем, выявления новых фундаменталь-

ных закономерностей ее строения и геодинамического состояния.

Известные опыты составления различных тектонических карт позволяют определить условную иерархию объектов районирования, при исследовании которых наряду с общими применяются достаточно индивидуализированные приемы, соответственно учитывающие характер и масштаб изучаемых неоднородностей, свои систематики тектонических элементов, степень генерализации и детальность представления фактического материала, а также определенные соотношения с масштабом изображения.

К числу наиболее крупных, глобальных объектов тектонического районирования относятся Земля и ее кора, а также океанические и континентальные сегменты земной коры в целом. Главными элементами районирования служат такие структурные провинции, как платформы и складчатые пояса континентов, океанические плиты и пояса рифтовых структур (рифтогенали), а также зоны перехода «океан — континент». В процессе такого районирования осуществляется глобальный синтез разнообразного материала, а выделение тектонических провинций проводится с учетом типов земной коры, характера ее расслоенности, тектонической подвижности и т. п. Как правило, руководящими принципами районирования глобального уровня служат возраст завершающей складчатости, возраст становления континентальной коры, а также ее различные геодинамические состояния. На основе глобальных обобщений и сопоставлений определяются наиболее общие закономерности строения и развития земной коры, литосферы и планеты в целом. Поэтому основными достоинствами глобальных построений следует считать высокую степень общности научных заключений, возможность сопоставления тектонических элементов самого высокого ранга, а также большую обзорность тектонических карт.

Районирование тектонических провинций континентальных и океанических сегментов земной коры предусматривает исследование объектов следующего, провинциального иерархического уровня на основе детализации общих принципов. При этом к главным элементам районирования, например, платформ относятся антеклизы (в том числе с выступами фундамента) и синеклизы, а складчатых поясов — складчатые области, складчатые системы, срединные массивы и т. п. На создаваемых тектонических картах провинциальные объекты характеризуются системами обобщенных геометрических и формационных признаков. Результаты такого районирования также имеют в значительной степени обзорный характер, но главной их целью следует считать создание теоретической основы металлогенического прогноза различных видов полезных ископаемых для огромных пространств континентов или океанов.

Региональные объекты представляют собой крупные части тектонических провинций, а задачи районирования определяются преимущественно в связи с целями исследования тех или иных административных районов или территорий деятельности региональ-



ных производственных организаций. При этом используются преимущественно структурно-формационные критерии, позволяющие приблизить результаты тектонического синтеза к нуждам практической деятельности геологических организаций, связанной с прогнозом и поисками полезных ископаемых. Тектоническое районирование регионального уровня требует большего приближения к региональной геологической ситуации.

Локальными объектами тектонического районирования следует считать те структурные области, в процессе исследования которых производится систематизация и генерализация сведений, например о структуре рудного поля. К локальным объектам, по-видимому, относятся участки, на которые составляются листы среднemasштабной геологической карты, подготавливаемые к изданию. В значительной степени изображение локальных объектов на тектонических картах (схемах) служит для обобщения и схематизации.

В предлагаемой читателю работе рассмотрены три главные методологические проблемы, имеющие прямое отношение к совершенствованию предметной области знания. Это проблемы исходных принципов, научных методов исследования и теории тектонического районирования, в процессе исследования которых определены задачи методологического анализа:

- выбор оптимальных направлений тектонического районирования путем систематизации результатов и способов их получения за прошедшие десятилетия;

- выбор исходных высказываний геотектоники, формулирующих главные закономерности строения земной коры и определяющих принципиальные основы тектонического районирования;

- оптимизация известных и разработка новых методов исследования тектоносферы путем расчленения ее на элементы, анализа их отношений, сопоставления и предсказания ранее не известных свойств;

- разработка практических приемов районирования на основе главных теоретических концепций геотектоники;

- разработка общей теории тектонического районирования;
- оценка полученных результатов и поиск способов углубления знаний предметной области.

Все эти задачи относятся к «технологии» научного исследования, уровень которой определяет и состояние предметной области.

Общая схема тектонического районирования включает следующие процедуры:

- определение объекта и целевого задания его исследования (формулирование исследовательских задач);

- анализ предпосылок и оценка первичного материала;

- определение исходных принципов районирования (выбор характерных неоднородностей и систематики элементов районирования);

- выбор методов и средств;

построение частной теории (тектонической карты или описания), отражающей результаты районирования;

проверка (оценка) результатов районирования.

Профессиональный методологический анализ позволяет рефлексивно исследовать состояние избранной научной дисциплины, с меньшей степенью погрешности определять главные направления ее развития и наметить перспективные тенденции.

Наиболее конструктивной традицией в области тектонического районирования, по-видимому, следует считать осуществление международных (а в Советском Союзе — крупных межведомственных) программ тектонического синтеза на основе составления обзорных тектонических карт глобального, провинциального и регионального уровней; эти карты обычно сопровождаются монографическими описаниями.

Коллективные исследования, как правило, способствуют оперативному вовлечению в научный анализ малоизвестных и разобщенных материалов региональных геологических служб, отличаются координацией усилий единомышленников, объединенных общей целью, и высокой научной значимостью конечного результата. Прекрасный пример международных коллективных исследований — прежде всего уже упоминавшиеся работы по составлению тектонических карт Африки (под редакцией Ж. Шубера и А. Фор-Мюре), Европы (под редакцией А. А. Богданова и В. Е. Хаина) и других континентов, а также подготовленная к изданию Тектоническая карта мира.

Методологическое значение таких работ чрезвычайно велико. В процессе их проведения уточняются принципы тектонического районирования, согласовываются методические приемы, унифицируется понятийная база исследований и выявляются фундаментальные зависимости, т. е. происходит активное совершенствование теоретической стороны познания предметной области.

Обзор результатов тектонического районирования за более чем полувековой период показывает, что расцвет тектонической картографии на основе принципа возраста завершающей складчатости падает на 60-е годы. Создание тектонической карты СССР и сопредельных стран (под редакцией Н. С. Шатского и А. А. Богданова) послужило своеобразным толчком для дальнейших работ в этом направлении, привлекло всеобщее внимание к тектографии, показало реальные возможности тектонического синтеза с определенных методологических позиций. Дальнейшее развитие историко-геологический подход получил при составлении международной тектонической карты Европы, но особую роль сыграла изданная в 1966 г. Тектоническая карта Евразии (под редакцией А. Л. Иншина). На этой карте и в сопровождающей ее объяснительной записке [Тектоника..., 1966] не только всесторонне анализируется значение метода завершающей складчатости для исследования тектоники континентальных массивов, но также закладываются основы тектонического районирования океанических пространств. Вместе с тем уже в 60-е годы наряду с развитием и

детализацией ставшего традиционным способа районирования по возрасту складчатости появляются новые разработки, ориентированные на иные принципы, в большей степени учитывающие данные о глубинном строении земной коры и ее динамику.

Существенный вклад в развитие теоретических основ и в практику тектонического районирования второй половины XX века внесен в процессе исследования геологии дна Мирового океана. Именно здесь установлены и продолжают появляться новые фундаментальные факты и зависимости, играющие революционную роль в развитии современной геотектоники. Именно в Мировом океане следует искать ответ на вопрос о природе первичного вещества земной коры, определять исходные моменты зарождения и стадийности формирования коры материкового типа, изучать сущность геосинклинального процесса с учетом значительных горизонтальных перемещений в литосфере.

Важнейшая цель районирования океанических сегментов земной коры — определение системы типовых структурных провинций, их отношений и закономерностей распределения в пространстве, а также условий формирования. Неотъемлемой частью оно входит в общую систему исследования земной коры планеты. Поэтому чрезвычайно важно на всех этапах стремиться выявлять общие для континентов и океанов тектонические элементы, все случаи взаимопереходов, особенности преобразования коры океанической в континентальную, так же как и деструктивные тенденции. Вовлечение океанического ложа в сферу тектонического районирования увеличивает возможности и перспективы сравнительно-тектонического метода при исследовании закономерностей строения и эволюции земной коры.

Новые тенденции в тектоническом районировании определяются не только «океанизацией» геотектоники и влиянием мобилистских концепций. Требования практики к анализу размещения и прогнозированию полезных ископаемых в недрах, как и сама логика развития геотектоники, вызывают необходимость разрабатывать методы объемного анализа: разбиения трехмерного пространства земной коры на одноранговые структурные элементы (в соответствии с масштабом исследования). В той или иной мере элементы такого районирования свойственны практике геологического картирования, попыткам расчленения осадочно-метаморфической оболочки на структурные этажи и т. п. Поэтому следует различать два основных способа:

районирование поверхности с отображением возрастной последовательности формирования выделяемых тел (этажей, формаций, комплексов), часто понимаемой как их расположение по вертикали; в этом случае объемные соотношения предполагаются, но не прослеживаются и не фиксируются;

собственно объемное районирование — расчленение заданного объема земной коры с отображением выделяемых тел и их пространственных отношений; предполагаются прослеживание раз-

личными методами наблюдаемых на поверхности границ структурных элементов на заданную глубину и их фиксация.

Элементы метрического объемного районирования содержатся на обычных тектонических картах, когда изопахитами отображается мощность платформенного чехла или указываются проекции погруженных структур. Районирование локальных объемов геологического пространства при анализе структуры рудных полей и месторождений под давлением практики постоянно проводится параллельно с разведкой и эксплуатацией полезных ископаемых. Но в региональном и более мелком масштабе еще только ведутся поиски удобных способов объемного районирования, основанных на экстраполяции геологических неоднородностей на глубину, построении многослойных моделей, широком использовании профильных сечений и пр.

Тектоническое районирование играет чрезвычайно важную роль при разработке теории прогноза и поисков полезных ископаемых. Универсально значение обзорных тектонических карт, но в последнее время все большее внимание привлекают приемы специализированного районирования, направленного на разработку частных проблем. И правильно выбранное основание районирования позволяет создать такую геологическую основу прогнозно-металлогенических исследований, которая свободна от множества несущественных (в заданном отношении) характеристик и направлена на прогноз. Представляется также, что результаты тектонического районирования взаимообусловлены и в то же время имеют принципиальное значение при анализе размещения магматических формаций, исследовании регионального метаморфизма и прочих специализаций.

Анализ основ методологии тектонического районирования и тектографии позволил выделить и рассмотреть содержание и основные проблемы важнейшего раздела геотектоники, которые ранее специалистами подробно не исследовались. Перспективы дальнейшего совершенствования тектонического районирования связаны прежде всего с улучшением общей методологической базы тектонических исследований, получением новой информации из космоса, земных недр и океанских просторов. Последние геотектонические концепции, растущие потребности хозяйственной деятельности постоянно выдвигают новые вопросы и перед практикой тектонического районирования. В связи с этим одной из главных задач рассматриваемой предметной области следует считать разработку общей теории тектонического районирования, предпосылки которой заложены в разработках теории классификаций, систематизациях основных понятий геотектоники, известных опытах создания частных теорий районирования.

## ЛИТЕРАТУРА

- Энгельс Ф. Диалектика природы.— К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч. Т. 20, М.: Гос. изд-во полит. литературы, 1961, с. 343—626.
- Ленин В. И. Философские тетради. Полн. собр. соч. Т. 29.— М.: Гос. изд-во полит. литературы, 1963.— 782 с.
- Абдулин А. А., Есенов Ш. Е., Зайцев Ю. А. и др. Об основных тектонических понятиях и терминах в связи с составлением тектонических карт областей палеозойской складчатости Казахстана.— Изв. АН КазССР. Сер. геол., 1973, № 6, с. 1—14.
- Ажгирей Г. Д. Структурная геология.— М.: Изд-во Моск. ун-та, 1956.— 493 с.
- Айзберг Р. Е., Гарецкий Р. Г. К вопросу о принципах составления региональных тектонических карт.— Докл. АН СССР, 1973, т. 213, № 1, с. 162—165.
- Андреев Б. А. Геофизические методы в региональной структурной геологии. 2-е изд.— М.: Недра, 1965.— 324 с.
- Артюшков Е. В. Гравитационная конвекция в недрах Земли.— Изв. АН СССР. Сер. Физика Земли, 1968, № 9, с. 3—17.
- Архангельский А. Д. Геологическое строение и геологическая история СССР.— В кн.: Труды XVII сессии МГК. Т. 2. М.: ГОНТИ, 1937, с. 301—321.
- Архангельский А. Д. О некоторых спорных вопросах тектонической терминологии и тектоники СССР.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1939, № 1, с. 25—40.
- Архангельский А. Д. Геологическое строение и геологическая история СССР. Т. 1.— М.—Л.: Госгеолиздат, 1947.— 412 с.
- Архангельский А. Д., Шатский Н. С. Схема тектоники СССР.— Бюл. МОИП. Отд. геол., 1933, т. XI, № 4, с. 323—348.
- Архангельский А. Д., Шатский Н. С., Меннер В. В. и др. Краткий очерк геологической структуры и геологической истории СССР.— М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1937.— 299 с.
- Аслаян А. Т. Региональная геология Армении.— Ереван: Айперат, 1958.— 430 с.
- Баженов Л. Б. Современная научная гипотеза.— В кн.: Материалистическая диалектика и методы естественных наук. М.: Наука, 1968, с. 294—321.
- Бархатов Б. П. Тектоника Памира.— Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1963.— 244 с.
- Бархатов Б. П. Тектонические карты.— М.: Недра, 1979.— 201 с.
- Башилова И. И., Махин Г. В., Еремин В. К. Исследование космических телевизионных снимков — средство тектонического районирования (Земли).— Изв. вузов. Геол. и разв., 1973, № 7, с. 19—33.
- Белоусов В. В. Опыт геотектонического анализа истории развития Большого Кавказа.— В кн.: Труды XVII сессии МГК. Т. 2. М.: ГОНТИ, 1939, с. 401—414.
- Белоусов В. В. Общая геотектоника.— М.: Госгеолиздат, 1948.— 399 с.
- Белоусов В. В. Основные вопросы геотектоники.— М.: Госгеолтехиздат, 1954.— 606 с.

- Белоусов В. В. Основы геотектоники.— М.: Недра, 1975.— 264 с.
- Белый В. Ф., Николаевский А. А., Тильман С. М., Шило Н. А. Тектоническая карта Северо-Востока СССР (м-б 1 : 2 500 000).— В кн.: Тектоника и глубинное строение Северо-Востока СССР. Магадан: изд. СВКНИИ, 1964, с. 3—28.
- Берталанфи Л. фон. Общая теория систем — обзор проблем и результатов.— В кн.: Системные исследования. М.: Наука, 1969, с. 30—54.
- Бир Ст. Кибернетика и управление производством.— М.: Наука, 1965.— 392 с.
- Богданов А. А. Всеобщая организационная наука (тектология). Ч. I—III.— Л.— М. Ч. I, 1925.— 300 с.; Ч. II, 1927.— 268 с.; Ч. III, 1929.— 222 с.
- Богданов А. А. О термине «структурный этаж». Ст. 3.— Бюл. МОИП. Отд. геол., 1963, т. XXXVII (1), с. 3—16.
- Богданов А. А., Зоненшайн Л. П., Муратов М. В. и др. Тектоническая номенклатура и классификация основных структурных элементов земной коры материков.— Геотектоника, 1972, № 5, с. 3—21.
- Боголепов К. В. Мезозойская тектоника Сибири.— М.: Наука, 1967.— 328 с.
- Боголепов К. В. О двух типах орогенеза.— Геол. и геофиз., 1968, № 8, с. 15—26.
- Боголепов К. В. О понятиях «орогенная структура» и «орогенез».— В кн.: Проблемы общей и региональной геологии. Новосибирск: Наука, Сибирское отд., 1974, с. 61—85.
- Боголепов К. В. К вопросу о тектонической номенклатуре и классификации основных структурных элементов земной коры.— Геотектоника, 1974а, № 4, с. 102—108.
- Боголепов К. В. Типы современных геосинклиналей.— Геол. и геофиз., 1974б, № 5, с. 57—69.
- Боголепов К. В. О количественных основах тектонического районирования.— Геол. и геофиз., 1976, № 3, с. 12—22.
- Боголепов К. В. Проблемы тектонического районирования.— В кн.: Труды Среднеазиатского НИИ геологии и минерального сырья, № 28. Ташкент, 1977, с. 59—65.
- Боголепов К. В., Ермиков В. Д. Карта тектоники мезозоя Центрально-Азиатского пояса в м-бе 1 : 2 500 000 (Принципы построения и основные выводы).— Геол. и геофиз., 1973, № 1, с. 58—68.
- Боголепов К. В., Чиков Б. М. Геология дна океанов.— М.: Наука, 1976.— 247 с.
- Бондарчук В. Г. Тектоорогенез.— Киев: изд. Киевск. ун-та, 1946.— 263 с.
- Борисов А. А., Косыгин Ю. А. Применение геофизических методов исследования при изучении тектонических структур.— В кн.: Методы изучения тектонических структур. Вып. II. М.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 142—219.
- Борисяк А. А. Курс исторической геологии.— Пг.: ГИЗ, 1922.— 424 с.
- Борукаев Ч. Б. Тенденции в развитии тектонического районирования.— Геол. и геофиз., 1975, № 10, с. 10—17.
- Борукаев Ч. Б. Тектонические и геологические карты.— В кн.: Системные исследования в геологии. Владивосток: изд. ДВНЦ АН СССР, 1979, с. 54—60.
- Борукаев Ч. Б., Косыгин Ю. А., Парфенов Л. М. Принципы тектонического районирования докембрия. Ст. I. Тектоническое расчленение докембрийских толщ.— Геол. и геофиз., 1969, № 1, с. 3—15.
- Борукаев Ч. Б., Парфенов Л. М. Заметки о тектоническом районировании.— В кн.: Тектоника Сибири. Т. V. Принципы тектонического районирования. Тектоническая терминология и систематика. Тектонические эксперименты. М.: Наука, 1972, с. 43—62.
- Ботт М. Внутреннее строение Земли.— М.: Мир, 1974.— 374 с.
- Бочкарев В. С., Максимов Е. М., Мишульский М. И. Методы тектонического анализа нефтегазоносных областей Западной Сибири.— М.: Недра, 1980.— 193 с.



- Бранский В. П.** Эвристическая роль философских принципов в формировании физической теории.— В кн.: Эвристические и прогностические функции философии в формировании научных теорий. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1976.
- Брюханов В. Н., Еремин В. К., Можаяев Б. Н.** Космические съемки в геологии.— Сов. геология, 1977, № 11, с. 86—94.
- Брюханов В. Н., Коваленок В. В., Козлов В. В., Кац Я. Г.** Космические методы регионального геологического изучения территории СССР.— Изв. вузов. Геол. и разв., 1981, № 3, с. 3—7.
- Будущее науки.** Вып. 13.— М.: Знание, 1980.— 288 с.
- Бунге М.** Философия физики.— М.: Наука, 1975.— 347 с.
- Быков В. В.** Методы науки.— М.: Наука, 1974.— 215 с.
- Варданица Л. А.** Тектоническая карта Кавказа в м-бе 1 : 1 000 000 (объяснительная записка).— Труды ВСЕГЕИ. Новая сер., т. 10, 1955.— 72 с.
- Васильев Б. И., Суворов А. А., Соловьев С. Л.** О геологическом строении внешнего склона Курило-Камчатского желоба и вала Зенкевича.— Докл. АН СССР, 1978, т. 238, № 5, с. 1173—1176.
- Вассоевич Н. Б.** Нефтегазоносный бассейн — основной элемент нефтегеологического районирования крупных территорий.— Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология, 1970, № 5, с. 13—24.
- Вернадский В. И.** Очерки и речи. Т. 2.— Пг.: Научное х-м.-техн. изд-во, 1922.— 158 с.
- Вернадский В. И.** Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965.— 213 с.
- Винер Н. Я.** — математик.— М.: Наука, 1967.— 355 с.
- Волков И. С.** Метод актуализма и новейшие достижения в изучении позднего плейстоцена.— В кн.: Методологические проблемы научного познания. Новосибирск: Наука, 1977, с. 179—190.
- Волков А. М.** Решение практических задач геологии на ЭВМ.— М.: Недра, 1980.— 224 с.
- Воронин Ю. А.** Совершенствование методологических, теоретических и организационных основ поисков и разведки полезных ископаемых в связи с применением математических методов и ЭВМ.— Новосибирск: изд. ВЦ СО АН СССР, 1976.— 46 с.
- Воронин Ю. А., Боровиков А. М., Салин Ю. С. и др.** О проведении стратиграфических построений на ЭВМ.— В кн.: Математические проблемы геофизики. Вып. 2. Новосибирск: изд. ВЦ СО АН СССР, 1971, с. 295—304.
- Воронин Ю. А., Еганов Э. А.** О генетическом и агенетическом направлениях в геологии.— М., 1972.— 24 с. (Рукопись деп. в ВИНТИ, № 3934—72 Ден.).
- Вотах О. А.** Структурные элементы Земли. — Новосибирск: Наука, Сибирское отд., 1979.— 216 с.
- Гамкрелидзе П. Д.** Тектоника Грузии.— В кн.: Геология СССР. Т. X, ч. 1. М.: Госгеолтехиздат, 1964, с. 453—491.
- Гарецкий Р. Г., Кирихин Л. Г., Кравченко Н. Е.** О тектоническом районировании платформенных областей (на примере Туранской плиты).— В кн.: Труды Среднеазиатского НИИ геологии и минерального сырья, № 28. Ташкент, 1977, с. 149—153.
- Гарецкий Р. Г., Яншин А. Л.** Тектонический анализ мощностей.— В кн.: Методы изучения тектонических структур. Вып. I. М.: Изд-во АН СССР, 1960, с. 115—333.
- Геологическое изучение Земли из космоса.**— М.: Наука, 1978.— 227 с.
- Геофизика океана.** Т. 2. Геодинамика/Под ред. О. Г. Сорохтина.— М.: Наука, 1979.— 416 с.
- Герасимов И. П., Мецераков Б. П.** Понятия «морфоструктура» и «морфоскульптура» и использование их в целях геоморфологического анализа.— В кн.: Рельеф Земли. М.: Наука, 1967, с. 7—13.
- Гзовский М. В.** Использование новейших и современных тектонических движений при детальном сейсмическом районировании нового типа.—

- В кн.: Современные движения земной коры. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 149—178.
- Гзовский М. В. Математика в геотектонике.— М.: Недра, 1971.— 240 с.
- Главные тектонические комплексы Сибири.— Новосибирск: изд. ИГиГ, 1979.— 151 с.
- Горский Д. П. Определение.— М.: Мысль, 1974.
- Градова Т. И. Постановка и решение на ЭВМ задач районирования по геолого-геофизическим данным. Автореф. канд. дис.— Новосибирск, 1980.— 23 с.
- Дайсон Ф. Дж. Будущее воли и будущее судьбы.— Природа, 1982, № 8, с. 60—70.
- Джордж Ф. Мозг как вычислительная машина.— М.: ИЛ, 1963.— 278 с.
- Добрецов Н. Л., Лепезин Г. Г., Хлестов В. В. Карты метаморфизма, метаморфические провинции и метаморфические формации.— В кн.: Проблемы петрологии. М.: Наука, 1976, с. 190—205.
- Драгунов В. И., Ермолаев Б. А. Типологическая тектоническая карта структурно-формационных ярусов территории СССР. Масштаб 1 : 10 000 000. Объяснительная записка.— Л., 1982.— 42 с.
- Дюфур М. С. О системном подходе к изучению геологических объектов.— Вестн. Ленингр. ун-та, 1975, № 6, с. 25—28.
- Дюфур М. С. Методологические и теоретические основы фациального и формационного анализов.— Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1981.— 160 с.
- Еганов Э. А. Системная ориентация в геологических исследованиях.— В кн.: Методология геологических наук. Киев: Наукова думка, 1979, с. 3—21.
- Еремин В. К., Кац Я. Г. О методах космической геологии.— Изв. вузов. Геол. и разв., 1973, № 7, с. 8—13.
- Забродин В. Ю. Определение геологической картографии.— Геол. и геофиз., 1978, № 7, с. 115—117.
- Забродин В. Ю. Системный анализ дизъюнктивов.— М.: Наука, 1981.— 200 с.
- Заварицкий А. Н. Некоторые факты, которые надо учитывать при тектонических построениях.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1946, № 2, с. 3—12.
- Зоненшайн Л. П., Савостин Л. А. Введение в геодинамику.— М.: Недра, 1979.— 311 с.
- Зятькова Л. К. Классификация методов морфоструктурных исследований, применяемых для выявления и картирования новейших структур.— В кн.: Тектоника Сибири. Т. 6. Новосибирск: Наука, Сибирское отд., 1973, с. 7—14.
- Иерархия геологических тел (терминологический справочник)/Под ред. Ю. А. Косыгина, В. А. Кулындышева, В. А. Соловьева.— Хабаровск: Кн. изд-во, 1978.— 679 с.
- История Геологического института АН СССР.— М.: Наука, 1980.— 223 с.
- Карта тектоники докембрия континентов в масштабе 1 : 1 500 000. Объяснительная записка.— М.: Наука, 1974.— 74 с.
- Кедров Б. М. Предмет и взаимосвязь естественных наук.— М.: Наука, 1967.— 436 с.
- Кинг Ф. Б. Тектоника Северной Америки.— М.: Мир, 1972.— 238 с.
- Комплексы региональные атласы/Под ред. К. А. Салищева.— М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976.— 368 с.
- Кондаков Н. И. Логический словарь.— М.: Наука, 1971.— 649 с.
- Конторович А. Э. Опыт формального анализа структуры геологических генетических теорий.— В кн.: Математические методы в геологии и геофизике. Новосибирск: изд. СНИИГГиМС, 1968, с. 9—20.
- Копнин П. В. Задачи и основные понятия логики научного исследования.— В кн.: Логика научного исследования.— М.: Наука, 1965, с. 3—18.
- Косыгин Ю. А. Тектоника.— М.: Недра, 1969.— 616 с.
- Косыгин Ю. А. Основы тектоники.— М.: Недра, 1974.— 215 с.
- Косыгин Ю. А., Воронин Ю. А. Некоторые фундаментальные понятия структурной геологии.— Геотектоника, 1965а, № 1, с. 51—80.
- Косыгин Ю. А., Воронин Ю. А. Геологическое пространство как основа структурных построений. Ст. 2. Геологические границы и выделение геологических тел.— Геол. и геофиз., 1965б, № 10, с. 3—12.

- Косыгин Ю. А., Воронин Ю. А., Борукаев Ч. Б. и др.** Геологическая структура. Опыт формализованного определения и описания.— Геол. и геофиз., 1966, № 11, с. 16—25; 1967, № 8, с. 3—12.
- Косыгин Ю. А., Воронин Ю. А., Соловьев В. А.** Опыт формализации некоторых тектонических понятий.— Геол. и геофиз., 1964, № 1, с. 23—27.
- Косыгин Ю. А., Кульддышев В. А.** Введение в тектоническую картографию.— М.: Недра, 1981.— 271 с.
- Косыгин Ю. А., Соловьев В. А.** Статические, динамические и ретроспективные системы в геологических исследованиях.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1969, № 6, с. 9—17.
- Кочергин А. Н.** Системный подход и метод моделирования в научном познании.— В кн.: Методологические проблемы научного познания. Новосибирск: Наука, Сибирское отд., 1977, с. 8—22.
- Красный Л. И.** Подвижные области и вопросы их номенклатуры.— Сов. геология, 1961, № 10, с. 118—136.
- Кропоткин П. Н., Херасков Н. П.** Тектоника Северо-Востока Азии.— В кн.: Труды XVII сессии МГК. Т. 2. М.: ГОНТИ, 1939, с. 601—611.
- Кропоткин П. Н., Шахваретова К. А.** Геологическое строение Тихоокеанского подвижного пояса.— М.: Наука, 1965.— 365 с.
- Круть И. В.** Введение в общую теорию Земли: Уровни организации геосистем.— М.: Мысль, 1978.— 367 с.
- Куликов П. К., Ростовцев Н. Н., Рудкевич М. Я.** Тектоническая карта Запдно-Сибирской низменности (принцип районирования).— В кн.: Тектоника Сибири. Т. VI. Методы составления тектонических карт. Новосибирск: Наука, Сибирское отд., 1973, с. 110—119.
- Кульддышев В. А., Малышев Ю. Ф.** Опыт формализации понятия «карта» (на примере геологических и геофизических карт).— Геол. и геофиз., 1973, № 6, с. 52—59.
- Кун Т.** Структура научных революций.— М.: Прогресс, 1975.— 288 с.
- Куражковская Е. А.** Принцип историзма в геологии.— В кн.: Пути познания Земли. М.: Наука, 1974, с. 203—214.
- Кэй М.** Геосинклинали Северной Америки.— М.: ИЛ, 1955.— 192 с.
- Леоню Г. П.** Историческая геология.— М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980.— 344 с.
- Леонтьев О. К.** Дно океана.— М.: Мысль, 1968.— 319 с.
- Ле Пиллон К., Франшто Ж., Боннин Ж.** Тектоника плит.— М.: Мир, 1977.— 288 с.
- Лисицин А. П.** Процессы океанической седиментации. Литология и геофизика.— М.: Наука, 1978.— 392 с.
- Логика научного исследования.**— М.: Наука, 1965.— 360 с.
- Лукьянов А. В., Шерба И. Г.** Парагенетический анализ структур как основа тектонического районирования и составления среднемасштабных структурных карт складчатых областей.— В кн.: Тектоника Сибири. Т. 5. М.: Наука, 1972, с. 15—24.
- Луццкий И. В.** О значении эксперимента в геологии.— В кн.: Проблемы георетической и региональной тектоники. М.: Наука, 1974, с. 269—280.
- Льмарев В. И.** Основные проблемы физической географии Океана.— М.: Мысль, 1978.— 247 с.
- Мазарович А. П.** Курс исторической геологии. 3-е изд.— М.: ГОНТИ, 1938.— 463 с.
- Майданов А. С.** Структура и динамика процесса формирования теории.— Вопр. философии, 1982, № 11, с. 60—67.
- Методические рекомендации к Атласу тектонических карт и опорных профилей Сибири.**— Новосибирск: изд. ИГиГ, 1981.— 88 с.
- Методы изучения тектонических структур.** Вып. 1, 2.— М.: Изд-во АН СССР. Вып. 1, 1960.— 335 с.; Вып. 2, 1961.— 268 с.
- Методы теоретической геологии.**— Л.: Недра, Ленингр. отд., 1978.— 335 с.
- Милановский Е. В.** Очерк теории геосинклиналей в ее современном состоянии.— Бюл. МОИП. Отд. геол., 1929, т. VII, № 4, с. 331—379.

- Милеев В. С., Юнаковская Ю. В.** Объемное геологическое изучение и картографическое изображение.— В кн.: Очерки по истории геологических знаний. М., 1982, с. 238—247.
- Михайлов А. Е.** Основы структурной геологии и геологическое картирование.— М.: Недра, 1967.— 375 с.
- Мокшанцев К. Б., Замараев С. М., Микуленко К. П. и др.** Тектонические комплексы и структура чехлы Сибирской платформы.— В кн.: Главные тектонические комплексы Сибири. Новосибирск: изд. ИГиГ, 1979, с. 32—51.
- Мостепаненко М. В.** Философия и методы научного познания.— Л.: Лениздат, 1972.— 263 с.
- Мочалов И. И. В. И.** Вернадский о логике и методологии научного творчества.— Вопр. философии, 1963, № 5, с. 106—117.
- Муратов М. В.** Тектоническое расчленение территории Советского Союза и основные черты строения складчатых поясов в его пределах.— Изв. вузов. Геол. и разв., 1967, № 10, с. 17—63.
- Муратов М. В., Пуцаровский Ю. М., Колчанов В. П.** Развитие тектонической картографии в СССР.— Геотектоника, 1972, № 6, с. 5—17.
- Мушенко А. И.** Метод изображения тектонических форм изолиниями.— В кн.: Методы изучения тектонических структур. Вып. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1960, с. 7—55.
- Назаров И. В.** О структуре методологии наук о Земле.— В кн.: Диалектика, логика и методология науки. Свердловск: Изд-во Уральск. ун-та, 1978.
- Назаров И. В.** Методология геологического исследования.— Новосибирск: Наука, Сибирское отд., 1982.— 176 с.
- Паливкин Д. В.** Геологические районы СССР.— Проблемы сов. геологии, 1933, т. 1, № 1, с. 35—56.
- Николаев П. И.** Неотектоника и ее выражение в структуре и рельефе территории СССР.— М.: Госгеолиздат, 1962.— 389 с.
- Новикова А. С.** Методика составления геологических профилей.— В кн.: Методы изучения тектонических структур. Вып. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1960, с. 56—114.
- Нюберг И. Н., Салин Ю. С.** Основная стратиграфическая модель и проблема существования и единственности решения задачи корреляции.— В кн.: Методология геологических исследований. Владивосток: изд. ДВНЦ АН СССР, 1976, с. 56—69.
- Обуэн Ж.** Геосинклинали. Проблемы происхождения и развития.— М.: Мир, 1967.— 302 с.
- Овчинников Н. Ф.** Методологические функции философии в естествознании.— В кн.: Материалистическая диалектика и методы естественных наук. М.: Наука, 1968.
- Овчинников Н. Ф.** Структура и симметрия.— В кн.: Системные исследования. М.: Наука, 1969, с. 111—121.
- Паталаха Е. И.** Генетические типы складчатости Казахстана (к методике регионального анализа).— Вестн. АН КазССР, 1973, № 3, с. 22—30.
- Пейве А. В.** Глубинные разломы в геосинклинальных областях.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1945, № 5, с. 23—46.
- Пейве А. В.** Океаническая кора геологического прошлого.— Геотектоника, 1969, № 4, с. 5—23.
- Пейве А. В., Сипицын В. М.** Некоторые основные вопросы учения о геосинклиналях.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1950, № 4, с. 28—52.
- Пейве А. В., Штрейс П. А., Моссаковский А. А. и др.** Палеозойды Евразии и некоторые вопросы эволюции геосинклинального процесса.— Сов. геология, 1972, № 12, с. 7—25.
- Пейве А. В., Яниши А. Л., Зоненшайн Л. П. и др.** Становление континентальной земной коры Северной Евразии.— Геотектоника, 1976, № 5, с. 6—24.
- Петрусевич М. П.** Геолого-съемочные и поисковые работы на основе аэрометодов.— М.: Госгеолтехиздат, 1954.— 108 с.

- Платт Дж. Методы строгих выводов.— *Вопр. философии*, 1965, № 9, с. 68—78.
- Попов В. И., Шевченко О. Д., Запрометов В. Ю. и др. Принципы структурно-формационного районирования геосинклинальных складчатых поясов на основе ядерной теории.— В кн.: Труды Среднеазиатского НИИ геологии и минерального сырья. Ташкент, 1977, с. 97—106.
- Преображенский В. С. О системе методов общей физической географии.— В кн.: Методы ландшафтных исследований. М., 1969.
- Пуанкаре А. О науке.— М.: Наука, 1963.— 560 с.
- Пуцаровский Ю. М. Тектонические карты: обобщение опыта составления.— В кн.: Проблемы теоретической и региональной тектоники. М.: Наука, 1971, с. 215—226.
- Пуцаровский Ю. М. Крупные неоднородности в строении земной коры и их возможные интерпретации.— *Геотектоника*, 1982, № 5, с. 3—16.
- Рейснер Г. И. Построение карт градиентов скорости вертикальных тектонических движений земной коры на примере Северного Тянь-Шаня.— *Изв. АН СССР. Сер. геофиз.*, 1960, № 9, с. 1316—1320.
- Рингвуд А. Э., Грин Д. Х. Изучение фазовых переходов.— В кн.: Земная кора и верхняя мантия. М.: Мир, 1972, с. 574—589.
- Ритсема А. Р. Сейсмология и исследования верхней мантии.— В кн.: Земная кора и верхняя мантия. М.: Мир, 1972, с. 87—93.
- Ронов А. Б. История осадконакопления и колебательных движений европейской части СССР.— М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1949.— 390 с.
- Рубинштейн М. М. К проблеме геотектонического расчленения Грузии.— Тбилиси: изд. Ин-та геол. и минер. сырья, 1951, с. 429—438.
- Рудкевич М. Я., Латыпова З. А. Доюрские формации и структурные этажи Западно-Сибирской плиты.— В кн.: Главные тектонические комплексы Сибири. Новосибирск: Наука, 1979, с. 67—81.
- Рузавин Г. П. Научная теория: логико-методологический анализ.— М.: Мысль, 1978.— 244 с.
- Рыжков О. А. Структурно-тектоническое районирование мезо- и кайнозойских отложений Узбекистана.— В кн.: Тектоника и нефтегазоносность мезозоя и кайнозоя Узбекистана. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1962, с. 7—22.
- Садовский В. Н. Основания общей теории систем.— М.: Наука, 1974.— 279 с.
- Салин Ю. С. Конструктивная стратиграфия.— М.: Наука, 1979.— 173 с.
- Сейсмогеотектоника некоторых районов юга СССР.— М.: Наука, 1976.— 189 с.
- Соболевская В. Н. Тектоника и общие закономерности становления и развития эпипалеозойских плит.— М.: Наука, 1973.— 258 с.
- Соловьев В. А. Разработка систем понятий и упорядочение тектонической терминологии.— В кн.: Тектоника и геофизика. Хабаровск, 1974, с. 18—47.
- Соловьев В. А. Тектоника континентов (систематизация понятий и упорядочение терминологии).— Хабаровск: изд. ДВНЦ АН СССР, 1975.— 366 с.
- Сорохтин О. Г. Глобальная эволюция Земли.— М.: Наука, 1974.— 184 с.
- Сорский А. А., Гириллова И. В. К вопросу о тектоническом районировании складчатых областей.— *Докл. АН СССР*, 1955, т. 100, № 2, с. 347—349.
- Спвжарский Т. Н. Методика составления тектонических карт и принципы тектонического районирования.— В кн.: Тектоника Сибири. Т. V. Принципы тектонического районирования: Тектоническая терминология и систематика. Тектонические эксперименты. М.: Наука, 1972, с. 11—15.
- Спвжарский Т. Н. Обзорные тектонические карты (составление карт и основные вопросы тектоники).— Л.: Недра, Ленингр. отд., 1973.— 240 с.
- Спвжарский Т. Н., Боровиков Л. И. Тектоническая карта территории СССР.— В кн.: Тектонические карты континентов. М.: Наука, 1967, с. 142—153.
- Справочник по тектонической терминологии/Под ред. Ю. А. Косыгина, Л. М. Парфенова.— М.: Недра, 1970.— 584 с.

- Спрингис К. Я.** Тектоника Верхояно-Колымской складчатой области.—Рига: изд-во АН ЛатвССР, 1958.— 377 с.
- Степанов Д. Л., Месежников М. С.** Общая стратиграфия.— Л.: Недра, Ленингр. отд., 1979.— 423 с.
- Стоквелл К. Х.** Тектоническая карта Канадского щита.— В кн.: Тектонические карты континентов. М.: Наука, 1967, с. 25—34.
- Страхов Н. М.** Основы исторической геологии. Ч. I, II.— М.: Госгеолиздат, 1948. Ч. I.— 253 с.; Ч. II.— 396 с.
- Структура континентов и океанов (терминологический справочник)/**Под ред. Ю. А. Косыгина, В. А. Кулындышева, В. А. Соловьева.— М.: Недра, 1979.— 511 с.
- Структура фундамента платформенных областей СССР.** Объяснительная записка к Тектонической карте фундамента территории СССР масштаба 1 : 5 000 000 (под редакцией В. А. Дедеева).— Л.: Наука, Ленингр. отд., 1974.— 400 с.
- Сурков В. С., Жеро О. Г.** Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты.— М.: Недра, 1981.— 143 с.
- Сурков В. С., Коробейников В. П., Щеглов А. П. и др.** Объемное тектоническое районирование складчатых поясов (основные принципы нового направления комплексного анализа геолого-геофизических данных).— В кн.: Труды СНИИГГиМС. Новосибирск: изд. СНИИГГиМС, 1977, с. 5—19.
- Тектоника Евразии (объяснительная записка к Тектонической карте Евразии, м-б 1 : 5 000 000)/**Под ред. А. Л. Яншина.— М.: Наука, 1966.— 487 с.
- Тектонические карты континентов на XXII сессии Международного геологического конгресса.**— М.: Наука, 1967.— 183 с.
- Тетяев М. М.** Принципы геотектонического районирования территории СССР.— Проблемы сов. геологии, 1933, т. 1, № 1, с. 9—34.
- Тетяев М. М.** Основы геотектоники.— Л.— М.: изд. ОНТИ, 1934.— 288 с.
- Трифонов В. Г.** О разработке методики геологического дешифрирования космических изображений Земли.— Изв. вузов. Геол. и разв., 1973, № 7, с. 75—80.
- Уемов А. И.** Системный подход и общая теория систем.— М.: Мысль, 1978.— 272 с.
- Философов В. П.** Краткое руководство по морфологическому методу поисков тектонических структур.— Саратов: изд. Саратов. ун-та, 1960.— 94 с.
- Философский словарь.**— М.: Политиздат, 1980.— 445 с.
- Флинт Р.** История Земли.— М.: Прогресс, 1978.— 355 с.
- Фотиади Э. Э., Туезов И. К.** Глубинное строение северо-западного сектора Тихоокеанского тектонического кольца.— Геол. и геофиз., 1973, № 12, с. 6—22.
- Фромаже Ж.** Очерк структуры и тектоники Индокитаи.— В кн.: Труды XVII сессии МГК. Т. 2. М.: ГОНТИ, 1939, с. 481—530.
- Хаин В. Е.** Общая геотектоника.— М.: Недра, 1964.— 479 с.
- Хаин В. Е.** Общая геотектоника.— М.: Недра, 1973.— 512 с.
- Хаин В. Е., Шейнманн Ю. М.** Сто лет учения о геосинклиналях.— Сов. геология, 1960, № 11, с. 3—44.
- Херасков Н. П.** Принципы составления тектонических карт складчатых областей на примере Южного Урала.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1948, № 5, с. 121—134.
- Херасков Н. П.** Некоторые общие закономерности в строении и развитии структуры земной коры.— М.: Изд-во АН СССР, 1963.— 120 с.
- Херасков Н. П.** Тектоника и формации.— Избр. труды.— М.: Наука, 1967.— 404 с.
- Хомизури Г. П.** Развитие понятия «геосинклиналь».— М.: Наука, 1976.— 233 с.
- Худяков Г. И.** Принципиальные основы морфотектонических исследований. Автореф. докт. дис.— Новосибирск, 1974.— 55 с.
- Цейслер В. М.** Введение в тектонический анализ осадочных геологических формаций.— М.: Наука, 1977.— 152 с.



- Чиков Б. М.** «Геосинклиальная» и «эпигеосинклиальная складчатая» области (анализ понятий).— Геол. и геофиз., 1976, № 2, с. 76—80.
- Чиков Б. М.** Срединные массивы и вопросы тектонического районирования складчатых сооружений.— Новосибирск: Наука, Сибирское отд., 1978.— 299 с.
- Чиков Б. М.** Стадийность формирования и основные типы структурных элементов земной коры континентов.— Геол. и геофиз., 1981, № 8, с. 3—14.
- Чиков Б. М.** Научные принципы тектонического районирования и вопросы их систематизации.— Геол. и геофиз., 1983, № 1, с. 25—31.
- Чиков Б. М.** К вопросу о тектонической активности и типизации подвижных областей Земли.— Геол. и геофиз., 1984, № 2, с. 31—38.
- Чиков Б. М., Шарапов В. Н.** Геодинамика, геосинклиальный процесс и систематика тектонических элементов Курило-Камчатской переходной области.— Геол. и геофиз., 1982, № 10, с. 3—12.
- Шарапов И. П.** Логический анализ некоторых проблем геологии.— М.: Недра, 1977.— 144 с.
- Шарапов И. П.** Проблема законов геологии.— В кн.: Методология геологических наук. Киев: Наукова думка, 1979, с. 21—32.
- Шатский Н. С.** Гипотеза Вегенера и геосинклинали.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1946, № 4, с. 7—21.
- Шатский Н. С.** О тектонической карте США.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1947, № 5, с. 153—159.
- Шатский Н. С.** Методы составления мелкомасштабных тектонических карт.— В кн.: Академик Н. С. Шатский. Избранные труды. Т. I. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 447—463.
- Шатский Н. С., Богданов А. А.** Тектоническая карта СССР и сопредельных стран в масштабе 1:5 000 000. Объяснительная записка.— М.: Госгеолтехиздат, 1957.— 79 с.
- Шатский Н. С., Богданов А. А.** О Международной тектонической карте Европы масштаба 1:2 500 000.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1961, № 4, с. 3—25.
- Шейнманн Ю. М.** Заметки к классификации структур материков.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1955, № 3, с. 19—35.
- Шейнманн Ю. М.** Очерки глубинной геологии (о связи тектоники с возникновением магм).— М.: Недра, 1968.— 231 с.
- Шерман С. И., Лобацкая Р. М.** Методика изучения и опыт использования количественных параметров разрывов при геологических исследованиях.— Иркутск: изд. ВостСНИИГГиМС, 1981.— 62 с.
- Шиндевольф О.** Стратиграфия и стратотип.— М.: Мир, 1975.— 136 с.
- Шихайлибейли Э. Ш.** Тектоническая карта.— Атлас Азербайджанской ССР. Баку — М.: изд. ГУГК, 1963, с. 17—18.
- Шольо В. Н.** Сложная складчатость в осадочных толщах.— В кн.: Очерки структурной геологии сложнодислоцированных толщ. М.: Недра, 1977, с. 64—92.
- Шчилле Г.** Избранные труды.— М.: Мир, 1964.— 887 с.
- Штофф В. А.** Проблемы методологии научного познания.— М.: Высшая школа, 1978.— 269 с.
- Шуберт Ю. А., Фор-Мюре А.** Легенда карты.— В кн.: Тектонические карты континентов. М.: Наука, 1967, с. 83—98.
- Шульц С. С.** Аэрогеологические методы изучения тектонической структуры.— В кн.: Методы изучения тектонических структур. Вып. 2. М.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 236—267.
- Щеглов А. Д.** Основы металлогенического анализа.— М.: Недра, 1980.— 431 с.
- Эйнштейн А.** Собрание научных трудов. Т. IV.— М.: Мир, 1967.— 599 с.
- Экспериментальная тектоника в решении задач теоретической и практической геологии.**— Новосибирск: изд. ИГиГ, 1982.— 184 с.
- Юдин Б. Г.** Становление и характер системной ориентации.— В кн.: Системные исследования. М.: Наука, 1972, с. 18—34.

- Яниши А. Л.** Проблема срединных массивов.— Бюл. МОИП. Отд. геол., 1965а, т. XI (5), с. 8—39.
- Яниши А. Л.** Геотектоническое строение Евразии.— Геотектоника, 1965б, № 5, с. 7—35.
- Barazangi M., Dorman J.** World seismicity maps compiled from ESSA, Coast and Geodetic Survey, epicenter data, 1961—1967.— Bull. Seism. Soc. America, 1969, v. 59, N 1, p. 369—380.
- Beaumont E.** Notice sur les Systemes de Montagnes. V. II.— Paris, 1852.— 539 p.
- Bemmelen R. W. van.** The undation theory.— Geol. en mijnbouw, 1977, v. 56, N 3, p. 263—269.
- Bertrand M.** La chaine des Alpes et la formation du continent Europeen.— Bull. Soc. Geol. France, 1887, v. 15, p. 423—447.
- Born A.** Der geologische Anfbau der Erde. Handbuch der Geophysik, 1932, S. 565—867.
- Bott M.** Orogeny in relation to crust and upper mantle.— In: Time and Place Orogeny, 1969, p. 275—283.
- Bubnoff D. von.** Die Gliederung der Erdkrinde.— Fortsch. Geol. und Paläont., 1923, Hf. 3.
- Crousilles M., Deloche Ch., Dixsaunt Ch. e. a.** Proposition d'approche méthodologique a l'exploitation géologique de l'imagerie spatiale.— In: 5-e Reun annu. sci. terre. Rennes, 1977.— 175 p.
- Daque E.** Crundlagen und Methoden der Paläogeographie. Jena, 1915.— 499 S.
- Dana J. D.** On some Results of the Earth's Contraction from cooling, including discussion of the Origin of Mountains and the nature of Earth's Interior. 1873, 3d ser., V. 5, p. 323—443.
- De Launay.** La sciene géologique.— Paris, 1913.
- Dewey H. F., Bird J. M.** Plate tectonics and geosynclines.— Tectonophys., 1970, v. 10, N 5—6, p. 625—638.
- Dewey J. F., Horsfuld B.** Plate tectonics, orogeny and continental growth.— Nature, 1970, v. 225, p. 521—525.
- Dietz R. S.** Continent and ocean basin evolution by spreading of the sea floor.— Nature, 1961, N 190, p. 854—857.
- Donn W. L., Shimer J. A.** Graphic methods in structural geology. V. VIII.— N. Y., 1958.— 180 p.
- Hall J.** Natural history of New York.— Palaeontology, 1859, v. III.— 70 p.
- Haug E.** Les géosynclinaux et les aires continentales. Contribution a l'étude des transgressions et regressions marines.— Bul. Soc. Geol. France, 1900, v. 28(3), p. 617—711.
- Haug E.** Traite de géologic. V. 1. Les phénomenes géologiques.— Paris, 1907.— 538 p.
- Heim A.** Geologie der Schweiz.— Chr. Herm. Tauchnitz, 1919—1922, Bd 2.— 1018 S.
- Heirtzler J. R., Dickson G. O., Herron E. M. e. a.** Marine magnetic anomalies, geomagnetic field reversals and motions of ocean floor and continents.— J. Geophys. Res., 1968, v. 73, N 6, p. 2119—2136.
- Hess H. H.** History of the ocean basin. Petrologic Studies.— J. Geol. Soc. Amer., 1962, p. 599—620.
- Isaacks B., Oliver J., Sykes L.** Seismology and the new global tectonics.— J. Geophys. Res., 1968, v. 73, N 18, p. 5855—5900.
- King Ph. B.** The tectonics of North America. A Discussion to Accompany the Tectonic Map of North America. Scale 1 : 5 000 000.— Geol. Surv. Profess. Paper, 1969.— 240 p.
- Kober L.** Der Ban der Erde.— Berlin, 1921.— 324 S.
- Kober L.** Der Ban der Erde. 2 Auflage.— Berlin, 1928.— 499 S.
- Kraus E.** Der orogene Zyklus und seine Stadien.— Zentral. Mineral. Geol., 1927, Bd 2, S. 210—233.
- Le Pichon X.** Sea-floor spreading and continental drift.— Gorn. Geophys. Res. 1968, v. 73, N 12, p. 3661—3697.

- Ludwig W. J., Ewing J. I., Ewing M. e. a.** Sediments and structure of the Japan Trench.— *J. Geophys. Res.*, 1966, v. 71, p. 2221.
- Mitchell A. H., Reading H. G.** Continental margins, geosynclines and ocean floor spreading.— *J. Geol.*, 1969, v. 77, N 6, p. 629—646.
- Mitchell A. H., Reading H. G.** Evolution of island arcs.— *J. Geol.*, 1971, v. 79, N 3.
- Morgan W. J.** Rises, trenches, great faults and crustal blocks.— *J. Geophys. Res.*, 1968, v. 73, N 6, p. 1969—1982.
- Naumann C. F.** Lehrbuch der Geognosie. Bd I—II.— Leipzig, 1854.
- Pitman W. C., Talwani M.** Sea-floor spreading in the North Atlantic.— *Bul. Geol. Soc. Amer.*, 1972, v. 83, N 3, p. 619—646.
- Schuchert C.** Sites and nature of the North-American geosynclines.— *Bul. Soc. Amer.*, 1923, N 34, p. 151—230.
- Stille H.** Grundfragen der vergleichenden Tectonik.— Berlin, 1924.— 443 S.
- Stille H.** Zur Frage der Herkunft der Magmen.— Berlin, 1940.— 32 S.
- Stille H.** Das Seitmotiv der Geotektonischen Erdenwicklung.— Vorträge und Schriften Deutsch. Akad. Wiss., 1949, Bd 32.
- Suess E.** Das Antlitz der Erde. Bd 1.— Prag — Leipzig, 1885.— 723 c.
- Suess E.** Das Antlitz der Erde. Bd III.— Wien, 1909.— 789 S.
- Terrestrial heat flow data.** Colorado (USA). World data center, 1976.
- Vine F. J., Matthews D. H.** Magnetic anomalies over oceanic ridges.— *Nature*, 1963, v. 199, N 4897, p. 947—949.
- Wilson J. T.** A new class of faults and their bearing on continental drift.— *Nature*, 1965, v. 207, p. 343—347.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора . . . . .	3
<b>Глава I. Тектоническое районирование как средство геотектонических исследований . . . . .</b>	<b>8</b>
§ 1. Определение понятия, цели и задачи районирования . . . . .	—
§ 2. Исходные принципы тектонического районирования . . . . .	11
§ 3. О терминологической и понятийной основах тектонического районирования . . . . .	18
§ 4. Научные принципы геотектоники как общая система понятий районирования . . . . .	21
§ 5. Тектоническая картография — метод и результат тектонического районирования . . . . .	24
<b>Глава II. Пути становления тектонического районирования . . . . .</b>	<b>29</b>
§ 1. Из истории тектонического районирования (XIX — первая половина XX в.) . . . . .	—
§ 2. Совершенствование основ тектонического районирования в 50—60-е годы . . . . .	38
§ 3. Метод возраста завершающей складчатости и его эволюция . . . . .	58
<b>Глава III. Методологические основы тектонических исследований . . . . .</b>	<b>62</b>
§ 1. Определение методологии геотектоники . . . . .	—
§ 2. Методологические концепции геотектоники . . . . .	64
§ 3. Общеметодологические принципы научного исследования . . . . .	75
§ 4. Общенаучные методы в геологии . . . . .	79
<b>Глава IV. Систематика методов геотектонических исследований . . . . .</b>	<b>87</b>
§ 1. Методы изучения структуры земной коры . . . . .	91
§ 2. Методы исследования физического состояния и эволюции земной коры . . . . .	95
§ 3. Тектоническое моделирование . . . . .	98
§ 4. Методы и приемы точных наук . . . . .	101
<b>Глава V. Современные тектонические концепции и их роль в совершенствовании теории тектонического районирования . . . . .</b>	<b>105</b>
§ 1. Общие положения теории литосферных плит . . . . .	—
§ 2. Общие положения теории геосинклиналей . . . . .	110
§ 3. Концепции стадийности формирования континентальной коры как методологические установки . . . . .	125
<b>Глава VI. Основные тенденции совершенствования тектонического районирования . . . . .</b>	<b>132</b>
§ 1. Главные направления развития тектонической картографии в 70—80-е годы . . . . .	—
§ 2. К вопросу построения теории тектонического районирования . . . . .	141
Заключение . . . . .	148
Литература . . . . .	154

**Борис Маркович Чиков**

**ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ  
ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ**

Утверждено к печати  
Институтом геологии и геофизики СО АН СССР

Редактор издательства *И. С. Цитович*  
Художественный редактор *М. Ф. Глазырина*  
Художник *В. И. Шумаков*  
Технический редактор *С. А. Смородимова*  
Корректоры *В. А. Бирюкова, Т. Ф. Погиблова*

ИБ №23659

Сдано в набор 07.01.85. Подписано к печати 30.08.85. МН-01573. Формат 60 × 90<sup>1/16</sup>.  
Бумага типографская № 1. Обыкновенная гарнитура. Высокая печать. Усл. печ. л. 10,5.  
Усл. кр.-отт. 10,9. Уч.-изд. л. 12,3. Тираж 1000 экз. Заказ № 539. Цена 1 р. 80 к.

Ордена Трудового Красного Знамени  
издательство «Наука», Сибирское отделение.  
630099, Новосибирск, 99, Советская, 18.

4-я типография издательства «Наука».  
630077, Новосибирск, 77, Станиславского, 25.

