

Б. П. Бархатов

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ
КАРТЫ

недра

Б. П. Бархатов

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ
КАРТЫ

2867



ЛЕНИНГРАД «НЕДРА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1979



Бархатов Б. П. Тектонические карты. Л., Недра, 1979. 191 с.

В книге обобщен опыт по составлению тектонических схем, структурных и собственно тектонических карт разного масштаба. Собраны сведения о возникновении и развитии способов картографического изображения тектонических особенностей земной коры. Дан краткий обзор современных теоретических основ тектоники, которыми руководствуются при составлении тектонических карт в широком смысле этого понятия.

На примере развития Канадских Кордильер показаны противоречия, возникающие при попытке объяснить строение этого региона с позиций гипотезы тектоники плит. Доказывается, что при расшифровке истории тектонического развития земной коры материков и океанов необходимо опираться на теорию геосинклинального развития.

Обсуждаются основные вопросы методики тектонического районирования. Отстаивается мнение, что в основе этого процесса должно лежать учение о тектонических режимах, их эволюции и закономерной смене в пространстве и во времени. Уточнено понятие «тектонический режим», приведена дополнительная классификация его типов, а также возрастных и региональных тектонических подразделений.

Рассмотрены приемы и условия составления тектонических схем, структурных, обзорных и региональных собственно тектонических карт разного масштаба для различно построенных территорий.

Книга рассчитана на специалистов-геологов, занимающихся геологической съемкой, региональными геолого-тектоническими исследованиями, составлением тектонических карт, поисками полезных ископаемых; она может быть полезна студентам-геологам старших курсов.

Табл. 4, ил. 34, список лит. 125 назв.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В основу книги положены материалы и опыт, накопленные автором в ходе многолетних геолого-съемочных и тематических геолого-тектонических работ, проводившихся при составлении тектонических карт Памира и всего Альпийского складчатого пояса, палеотектонических схематических карт Памира и Юго-Западной Азии, а также в процессе более чем 15-летнего чтения курса геотектоники в Ленинградском университете. Работая над выяснением тектоники Памира, автор встретился с трудностями при составлении региональной тектонической карты. В частности, выявила необходимость выработать принципы районирования и средства изображения истории развития, так как существовавшие к концу 50-х годов приемы находились в зачаточном состоянии. Отсутствие обоснованной методики изображения на карте палеотектонической обстановки, подменившейся нередко палеогеографическими условиями, заставило обратить внимание и на этот вопрос.

Преподавание курса геотектоники и проведение практических занятий по чтению и составлению тектонических карт выявили множество пробелов в современной тектонической картографии, теснейшим образом связанный не только с уровнем разработки наиболее общих вопросов геотектоники, но и с состоянием ее классификаций, терминологии и номенклатуры.

К настоящему времени тектонические карты заняли видное место среди обобщающих материалов, и знакомство с ними необходимо для геологов большинства специальностей. Вместе с тем в литературе уделяется мало внимания развернутой характеристике требований, которые следует предъявлять к содержанию разных типов тектонических карт в широком смысле, принципов и условий составления карт разного назначения и масштаба. В отечественной литературе сведения по этим вопро-

сам можно почерпнуть из работ А. Д. Архангельского, Н. С. Шатского, А. А. Богданова, Н. П. Хераскова, Л. А. Варданянца, Т. Н. Спижарского, В. Е. Хaina, А. Л. Яншина, М. М. Кухтикова, Г. С. Поршнякова, Б. П. Бархатова и немногих других. Особое место, благодаря широте охвата проблемы и глубине разработки вопросов тектонической картографии, занимает монография Т. Н. Спижарского «Обзорные тектонические карты СССР» [76]. Однако проблему тектонической картографии нельзя считать исчерпанной. Необходима дальнейшая работа по изучению общих геолого-тектонических закономерностей и приемов их отражения на картах, унификации терминологии, совершенствованию карт разного масштаба и специального назначения, в том числе палеотектонических.

Новые задачи встают перед тектонистами в связи с бурно расширяющимися исследованиями в пределах морей и океанов. Требуют отражения на картах проблемы, поднятые в геологической литературе сторонниками гипотезы тектоники плит.

В практическом отношении тектоническая картография играет все более заметную роль в связи с перенесением центра внимания при геологосъемочных и других видах геологических работ на закрытые территории и осуществлением так называемого глубинного картирования. Следует учитывать также, что кроме обзорных карт, методике составления которых уделил главное внимание Т. Н. Спижарский, все большее значение приобретают региональные и крупномасштабные карты и схемы, сопровождающие объяснительные записки к листам государственной съемки и разного рода тематические исследования.

Основная задача, которую мы ставили перед собой,— критически обобщить имеющийся опыт по составлению тектонических схем, структурных и собственно тектонических карт разного масштаба, показать наиболее рациональные принципы и условия их создания.

В главе I сообщаются сведения о возникновении и развитии представлений и способов картографического изображения разного рода тектонических и палеотектонических особенностей земной коры. Наибольшее внимание удалено критическому разбору карт и схем, изданных за последние 20 лет. В начале главы помещена схематическая тектоническая карта Европы (см. рис. 3) со ссылкой на работу Ф. Н. Чернышева за 1915 г. [104]. Как нам удалось уточнить (после того как наша книга была

сверстана), эта карта заимствована Ф. Н. Чернышевым из широко известной книги Э. Ога «Геология», вышедшей первым русским изданием в 1914 г. Авторами карты являются Э. Зюсс, М. Берtrand, И. И. Седергольм и Э. Ог.

Глава II включает обзор современных теоретических основ тектоники, которыми следует руководствоваться при тектоническом районировании и отражении на схемах и картах истории развития структур. Затронуты также вопросы о реальных возможностях познания современными геологическими методами структуры Земли на глубину, причины противоречивости геотектонических гипотез. Рассмотрены основные положения концепции тектоники плит. На примере представлений о развитии Канадских Кордильер показаны противоречия, возникающие при попытке приложить новую гипотезу к объяснению тектоники Кордильер. Рекомендуется при расшифровке истории тектонического развития земной коры как материков, так и океанов опираться на теорию геосинклинального развития. Здесь же сделаны конкретные дополнения к приемам тектонического анализа и синтеза, вытекающие из новейших данных по изучению закономерностей смены основных типов тектонического режима во времени и по площади.

Несколько больший объем и самостоятельность этой главы объясняется тем, что в ней рассматриваются общие спорные вопросы тектоники. Нам казалось необходимым обсудить их, чтобы выбрать определенную теоретическую позицию при изложении материала последующих глав. Для обоснования ряда проблем тектоники использованы примеры из наиболее знакомых автору районов. Ограниченный объем книги и особенно ее направленность не позволили привести более обширный описательный материал, в частности проиллюстрировать закономерности в смене тектонических режимов.

В главе III рассматриваются принципы тектонического районирования. Здесь обращено внимание на проблему эволюции тектонических режимов во времени. Подчеркнуто, что в основе тектонического районирования должно лежать учение о тектонических режимах, их смене в пространстве и во времени. Приведены рекомендуемые автором классификации региональных и возрастных тектонических подразделений. Показано, что в основу разделения земной коры на естественные тектонические районы должны быть положены историко-структурные признаки.

Конкретные разновидности признаков, по которым это деление можно производить, существенно зависят от масштаба и типа карты, а также от особенностей строения региона. Очевидно, что нельзя применить единые принципы районирования для обзорных и региональных карт, для платформ и складчатых орогенических областей.

В главе IV обсуждаются все вопросы, связанные с приемами и условиями составления тектонических схем, структурных и собственно тектонических карт разного масштаба. Основное внимание уделено обзорным и региональным картам складчатых областей. Методические вопросы рассматриваются на основе критического обзора схем и карт, составленных разными авторами для различно построенных районов. Значительное место при этом занимает разбор методик, примененных в изданных картах. Принимая во внимание, что методы составления обзорных карт обстоятельно рассмотрены в книге Т. Н. Спижарского 1973 г. [76], мы остановились только на тех вопросах, которые освещены недостаточно или являются дискуссионными. Характеристике региональных карт уделено больше внимания: подробно описана последовательность и методика их составления, даны необходимые рекомендации. Поскольку экспонирование карт, выполненных в цвете, по техническим причинам оказалось невозможным, при чтении этой части книги следует пользоваться картами, на которые сделаны соответствующие ссылки в тексте.

Автор будет признателен за все замечания и пожелания, связанные с содержанием данной книги.

Глава I

ОЧЕРК ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ КАРТОГРАФИИ

Проследим основные этапы в развитии тектонической картографии и назовем характерные для них работы. Приводимые примеры отражают одновременно как эволюцию представлений в способах изображения тектонических особенностей земной коры или ее частей, так и развитие теоретических основ геотектоники.

Геология с самого начала своего возникновения имеет дело с объемными объектами, изменяющимися во времени, в связи с чем очень рано зародились попытки их графического изображения. В соответствии с нашей задачей будут обсуждены только те способы изображения, которые касаются тектонических процессов и сводятся к плановой графике. Необходимо подчеркнуть, что речь пойдет о тектонической структуре или ее некоторых особенностях, относящихся ко всей земной коре или ее частям. Мы не будем анализировать геологические карты, на которых в зависимости от масштаба, геологического строения и рельефа местности также в какой-то мере отражается тектоническое строение. Тектоническая карта является лишь дополнением к геологической. При создании последней, как известно, не создаются специальной целью показать тектонические особенности земной коры и поэтому, хотя они и получают объективное отражение, но не дают полной картины структуры, достаточной для тектонического анализа.

В истории развития тектонической картографии, рассматриваемой в широком смысле (тектонические схемы и карты; палеотектонические и другие специальные карты), можно выделить три периода.

I. С середины XIX в. до 20-х годов XX в. Структурные, тектонические, палеотектонические и другие схемы.

II. С 20-х до 60-х годов XX в. Структурные, тектонические и специальные карты.

III. Современный. Тектонические и специальные схемы и карты.

I ПЕРИОД. СТРУКТУРНЫЕ, ТЕКТОНИЧЕСКИЕ И ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

Теоретической основой геотектоники в этот период служила контракционная гипотеза, существенной частью которой являлось представление о формировании структурных форм земной коры в процессе горизонтального сжатия. Предполагаемая неоднородность земной коры обусловливала неодинаковые деформации: в одних случаях линейные, в других изометрические. С появлением в начале второй половины XIX в. гипотезы геосинклинального развития все наиболее интенсивные линейные складчатые структуры стали связываться с геосинклиналями, а относительно простые деформации — с жесткими глыбами. Ясности в историческом соотношении жестких глыб и геосинклиналей еще не было. Большинство тектонистов связывало горообразование непосредственно со складчатостью в геосинклиналях, что наиболее отчетливо отражено в работе Э. Зюсса «Лик Земли» [120].

Первые графические изображения элементов тектоники на плоскости в виде различных схем появились в конце первой половины XIX столетия. Было необходимо изобразить главные структурные особенности строения, как правило, еще слабоизученных районов. Тектонические схемы служили не столько средством обобщения и упрощенного изображения сложного объекта, сколько результатом самого первого синтеза начальных сведений о строении региона, когда исследователем установлена далеко не вся сложность структуры. Изображая главные особенности тектоники с максимальной простотой и наглядностью, авторы пытались не только донести сущность явления до читателя, но и уяснить ее для себя.

На первых тектонических схемах, которые можно отнести к наиболее простым произведениям тектонической картографии, показывали прежде всего линии простирания хребтов, часто отождествляемые согласно контракционной гипотезе с прости-

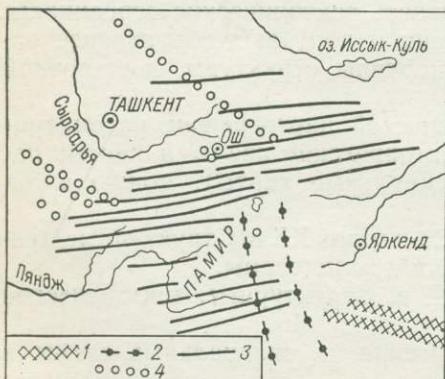


Рис. 1. Главные горные системы Памира и сопредельных районов Азии (по Ф. Рихтгофену, 1877 г.).

1 — Куньлуньская; 2 — Гималайская; 3 — Тянь-Шаньская;
4 — Карагатауская.

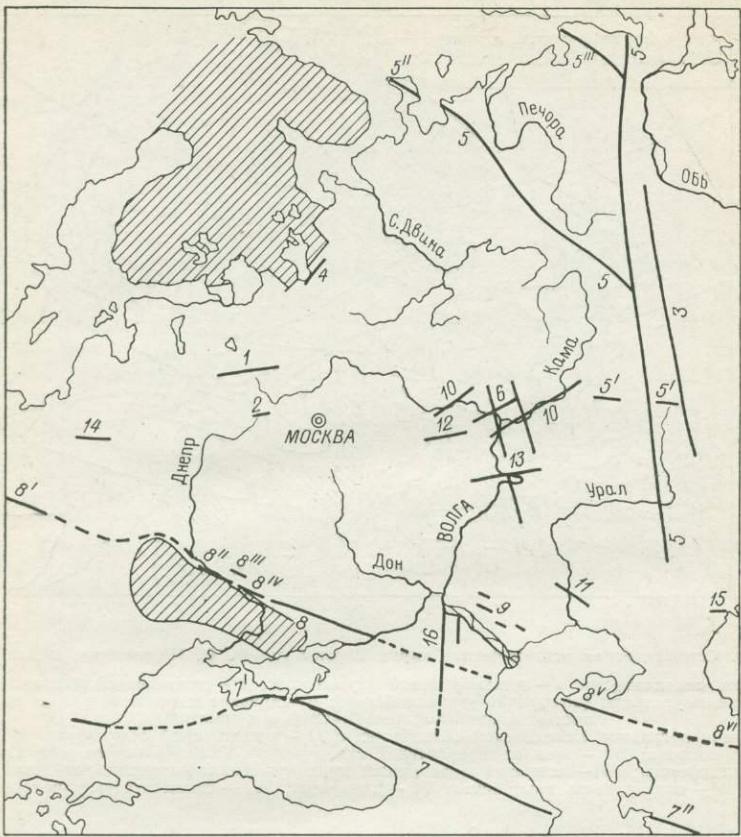


Рис. 2. Карта дислокаций послеархейских периодов в пределах европейской России (по А. П. Карпинскому, 1894 г. [43]).

1 — дислокация кембрийских и нижнесилурийских слоев в Псковской и Тверской губерниях; 2 — Смоленск; 3 — Зауральский сброс, образовавшийся в каменоугольный период; 4 — Андомская дислокация; 5 — Урал и Тиман; 5¹ — поперечная уральская дислокация (Каратая, Уйатау и др.); 5¹¹ — Канин; 5¹¹¹ — Пай-Хой, Вайгач, Новая Земля; 6 — почти меридиональная дислокация Вятской и соседних губерний; 7 — Кавказ; 7¹ — Крым; 7¹¹ — Балхан; Польско-Манышлакская дислокация: 8 — Донецкий кряж, 8¹ — Келецко-Сандомирский кряж, 8¹¹ — Канев, 8¹¹¹ — Исачки, 8^{1V} — Пивиха, 8^V — Манышлак, 8^{V1} — Султануиздаг; 9 — Большое и Малое Бодло, Бисчахо; 10 — северо-восточная Казанско-Вятская дислокация; 11 — Индерские горы; 12 — Курмышская дислокация; 13 — Жигулевские горы; 14 — Гродно; 15 — Куланды; 16 — Ергени.

ранием разновозрастных складок; иногда намечали оси складок и линии тектонических разрывов. Схемы такого рода составляли в разных, но обычно в мелких масштабах, охватывая большие территории. Примером могут служить схемы, авторами которых являются Ф. Рихтгофен (рис. 1) и А. П. Карпинский (рис. 2). На своей схеме А. П. Карпинский впервые синтезировал данные о главных направлениях «дислокаций послеархейских периодов» европейской России и пришел к важному вы-

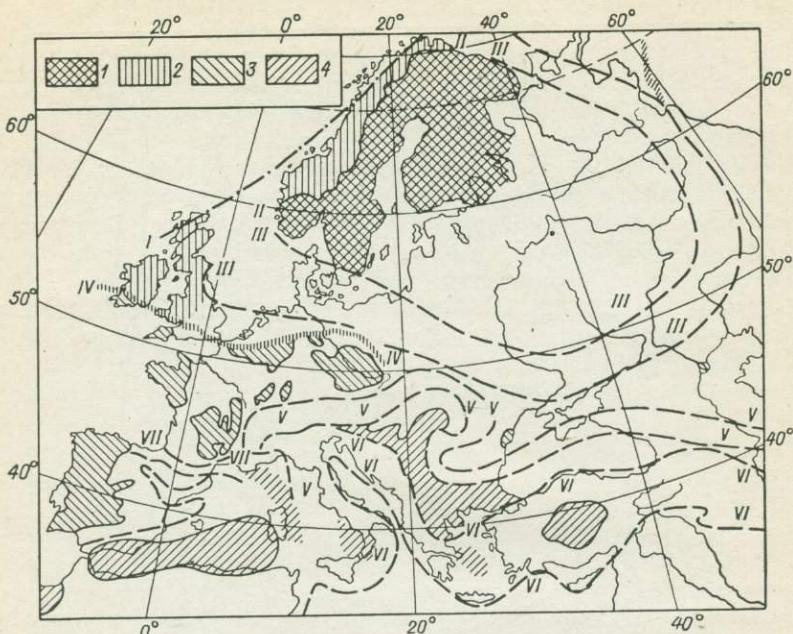


Рис. 3. Схематическая тектоническая карта Европы (по Ф. Н. Чернышеву, 1915 г. [104]).
Области складчатости: 1 — докембрийской (гуронской), 2 — додевонской (каледонской),
3 — каменноугольной (арморикано-варисцкой); 4 — древние ядра, охваченные складча-
тостью альпийской (альпийской и динарской).

I — северная граница каледонской складчатости; II — южный край скандинавского шаряжного покрова; III — зона периферийской складчатости Скандинавского горста и Русской платформы; IV — северный и западный край арморикано-варисцкой складчатости; V — складчатость альпийская; VI — динариды; VII — складчатость пиренейская.

воду о зависимости разновозрастных структурных направлений в пределах Европейской равнины от простирания дислокаций «окраинных горных кряжей Уральского и Кавказского» [43, с 4].

К концу XIX в. и началу XX в. на тектонических схемах появляются более сложные обозначения: наряду с линиями простираций структур и разнотипными разломами подчеркиваются возраст и последовательность тектонических процессов; на схемах стремятся отразить историю формирования структур. Так, в 1915 г. выходит курс лекций Ф. Н. Чернышева [104], где фигурирует схематическая тектоническая карта территории Европы вплоть до Урала, суммирующая взгляды западноевропейских и отечественных геологов. На карте регионы выделены преимущественно по возрасту складчатости (рис. 3). Примененный Ф. Н. Чернышевым принцип районирования становится на длительное время ведущим, и большинство мелкомасштабных тектонических карт, вплоть до современных, в той или иной мере основаны на этом признаке.

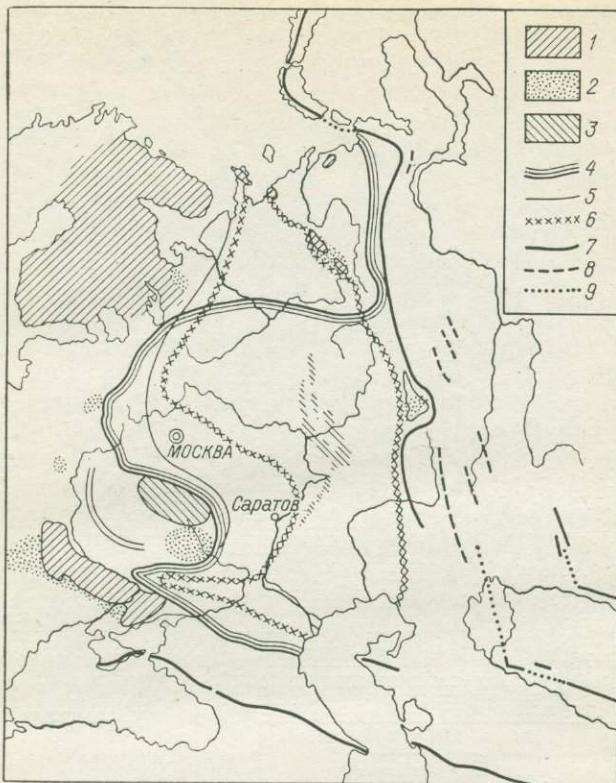


Рис. 4. Схематическая тектоническая карта (по А. П. Карпинскому, 1919 г. [44]).

1 — кристаллические горсты; 2 — подземные горсты; 3 — пологие антиклинали; 4 — западная граница нижнекаменноугольного бассейна; 5 — западная граница верхнекаменноугольного бассейна; 6 — границы пермского морского бассейна; 7 — Урал (западное каменноугольное предгорье); Крымо-Кавказский и некоторые азиатские кряжи; 8 — Мугоджары и часть дислокационных направлений восточного склона Урала; 9 — предполагаемая связь азиатских дислокаций с уральскими.

Карта Ф. Н. Чернышева отражает уровень современной ему тектонической мысли о последовательном разрастании материка в результате причленения к древнему Фениносарматскому ядру складчатых сооружений палеозойского и кайнозойского возраста. Знаком *III* намечена циркумсарматская зона, сходная по строению со Скандинавской, показанной в качестве каледонской. Важно подчеркнуть, что эта единая кольцеобразная зона, опоясывающая древнее ядро Европейского континента, уже есть на схеме Ф. Н. Чернышева; мы же привыкли приписывать ее изображение Г. Штилле, у которого эта зона появилась на карте лишь в 1924 г. [28]. Прочие обозначения оконтуривают области арморикано-варисийской, или герцинской, складчатости (Британский и Франко-Бельгийский бассейн, Герцинская область, Судеты, Вогезы, Центральное Французское плато),

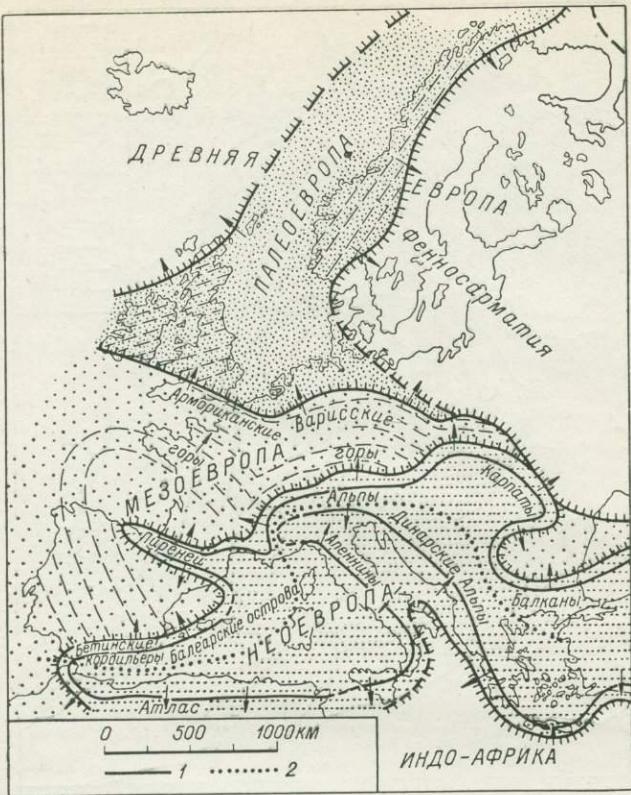


Рис. 5. Тектоническое деление Средней Европы (по Г. Штилле, 1924 г. [119]).

1 — главная линия альпийской складчатости; 2 — граница северной и южной складчатости.

южнее показана область альпийской складчатости. Характерно, что на карте Ф. Н. Чернышева структурные обозначения имеют подчиненное значение, хотя выделенные области сопровождаются прилагательными, указывающими на их структуру, поэтому прямо или косвенно контуры складчатых областей и древних ядер позволяют представить общую картину строения территории Европы.

Гораздо менее информативной выглядит схематическая тектоническая карта А. П. Карпинского [44] (рис. 4). Она может рассматриваться как схематическая структурная карта с элементами палеотектоники. Немногочисленные обозначения изображают структурные особенности территории, в то время как их возраст и история остаются нераскрытыми.

Широко известной и типичной для конца первого периода может служить также схематическая карта тектонического де-

ления Европы Г. Штилле (рис. 5). На ней показаны главные тектонические регионы, выделенные, как и на карте Ф. Н. Чернышева, на основании возраста складчатости. Элементы морфологии структур занимают здесь явно подчиненное положение.

В первый период зарождаются и другие типы тектонической картографии, которые найдут широкое применение для тектонического анализа значительно позже. Так, уже в работе А. П. Карпинского [43] приведена серия схематических карт, на которых изображена последовательность, распространение и знак движений земной коры европейской России после докембрия в течение отдельных периодов. Схемы А. П. Карпинского с полным правом могут рассматриваться в качестве наиболее ранних палеотектонических карт, так как на них воссоздана тектоническая обстановка прошлых геологических эпох. В тексте этой работы содержатся методические указания по поводу принципов составления и выбора временных рубежей для подобных карт.

Вторая разновидность специальных тектонических схем, зародившаяся в рассматриваемый период,— это карты равных мощностей. Впервые метод графического изображения распределения мощностей отложений по площади с помощью изопахит был применен в 10-х годах нашего столетия в США [35]. Авторы этих карт не связывали изменение мощностей по площади ни со структурами района, ни с тектоническими движениями. Первоначально карты равных мощностей использовались только для выяснения морфологии угленосных пластов.

II ПЕРИОД. СТРУКТУРНЫЕ, ТЕКТОНИЧЕСКИЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ КАРТЫ

В течение второго периода в теоретической геологии главное внимание уделяется всестороннему развитию учения о геосинклиналях, что осуществляется с разных позиций. Так, наряду со сторонниками контракционизма заметное влияние оказывают приверженцы идей А. Вегенера, признающие возможность большого горизонтального перемещения материков. Как те, так и другие, несмотря на различие взглядов, составляют школу, которую Е. Арган назвал «мобилизм». На основе мобилизма все перемещения вещества наружной или верхней части земной коры сводятся к тангенциальному движению. Второе течение, получившее название «фиксизм», подчеркивает наличие двух главных типов движения: первый из них тогда именовался эпейрогеническим, второй — орогеническим. По Е. Хаарману, эпейрогенические движения относились к первичным, а орогенические — к вторичным (первичный и вторичный тектогенез) [57]. Фиксисты не отрицали горизонтальных движений, но считали их производными от главных — вертикальных. Решающее

значение в распространении взглядов фиксистов сыграли работы Е. Хаармана и Р. Ван-Бемелена.

С 20-х годов начинается бурное развитие геологических исследований в нашей стране и за рубежом. Необходимость осмыслиения громадного объема фактического материала по континентам и всему миру вызвала появление множества тектонических схем, схематических карт и, наконец, карт отдельных крупных регионов.

В первой половине периода преобладали тектонические схемы. Особенно многочисленными были схемы отдельных районов Европы, главное содержание которых состояло в изображении так называемых тектонических линий, или линий главных простираций складок. Вместе с тем быстрое накопление данных о морфологии и зональности складчатых систем, особенностях распространения в них разнофациальных (формационных) типов отложений, метаморфических и магматических комплексов, уточнение возраста, характера дислокаций, их размещения подготавливали основу для перехода к более совершенному способу графического отражения тектонических особенностей — к составлению тектонических карт.

Основные отличия схем от карт заключаются в том, что, во-первых, схемы составляются обычно в мелких масштабах; во-вторых, допускается существенное несовпадение между контурами геологических объектов на схемах и положением реальных тел на местности (линии генерализации структур на схемах часто являются секущими по отношению к фактическим границам геологических объектов) и, наконец, в-третьих, схемы несут меньший объем информации (особенно об истории развития), чем карты. В качестве примера характерных для 30-х годов тектонических схем и схематических карт можно назвать карту мира Л. Кобера (1928 г.), на которой для всех материков изображено распространение археид, палеид и альпид (рис. 6); тектоническую карту Средиземноморья В. Зейдлица (1931 г.), подчеркнувшего преимущественно структурные особенности, в том числе многочисленные разрывы северо-западного простирания, по которым отмечены сдвиговые перемещения (рис. 7); структурную карту Южной Азии А. Борна (1930—1932 гг.), представляющую интерес изображением регионов структурными линиями, обозначающими разный возраст дислокаций, на ней же нанесены и дополнительные структурные элементы (рис. 8). Наконец, типичной для рассматриваемого времени является тектоническая карта варисской (варисцийской) структуры Западной Европы по С. Бубнову (1935 г.); эта карта наиболее совершенна и включает данные о зональности, структурах и возрасте их формирования (рис. 9).

В 1933 г. появились статьи и карты, заложившие фундамент современной отечественной тектонической картографии [5, 59]. Д. В. Наливкин на карте к статье «Геологические районы

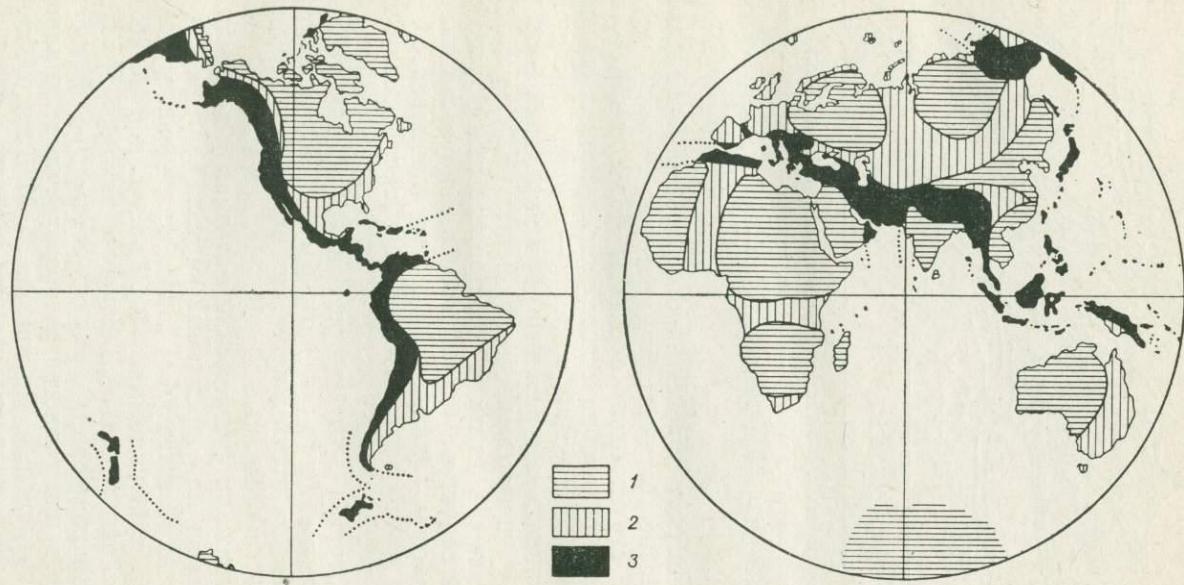


Рис. 6. Тектоническая карта Земли (по Л. Коберу, 1928 г. [57]).

1 — археиды; 2 — палеиды; 3 — альпиды.

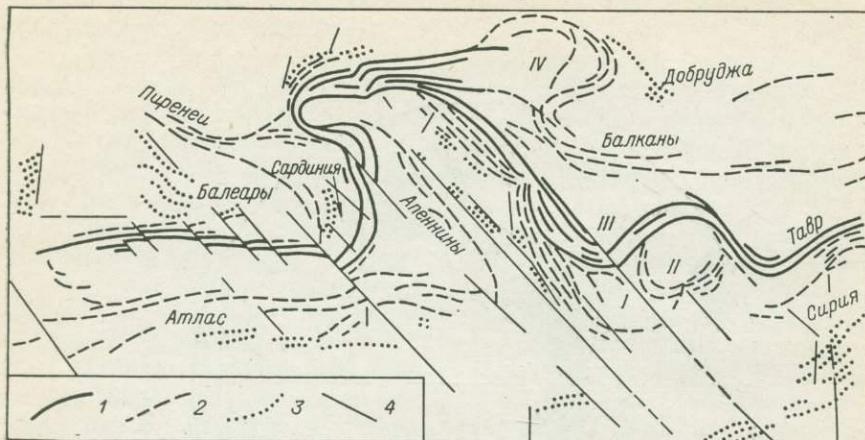


Рис. 7. Тектоническая карта Средиземноморья (по В. Зейдлицу, 1931 г. [57]).

Складки: 1 — главной геосинклинали, 2 — боковых геосинклиналей, 3 — германотипные,
4 — разрывы.
I — циклады; массы: II — ладийско-карпийская, III — фракийская, IV — паннонская.

СССР» [59] показал архейско-протерозойские, палеозойские и мезо-кайнозойские геосинклинали, которые в свою очередь подразделил на структурные элементы более мелкого порядка (рис. 10). В основу тектонического районирования был положен единый палеотектонический принцип — возраст последнего периода геосинклинального развития. Для выделения более мелких объектов автор единого критерия не нашел. Действительно, одни районы намечены в связи с пространственным разобщением в современной структуре (например, Среднерусская платформа, Сибирский массив, Западно-Сибирская низменность, вместе составляющие группу архейско-протерозойских геосинклиналей), другие — по геоморфологическим признакам (Минусинская котловина), третьи — по территориальной принадлежности к разным частям единого большого района (Мугоджары, Урал) и т. д. Несмотря на отсутствие четких принципов, геологические районы СССР, намеченные Д. В. Наливкиным, достаточно объективно отражали фактический материал и в большей своей части сохранились на современных картах.

Работа М. М. Тетяева [95а] также посвящена проблеме геотектонического районирования СССР, но в ней несколько по-иному расставлены акценты. В качестве важного признака для проведения районирования принято выявление во времени и оконтуривание в пространстве разновозрастных складкообразований в широком смысле. По мнению М. М. Тетяева, целостную геологическую структуру для данного момента развития составляют складчатая зона и ее платформа, которые возникают именно в момент проявления складкообразования как частной

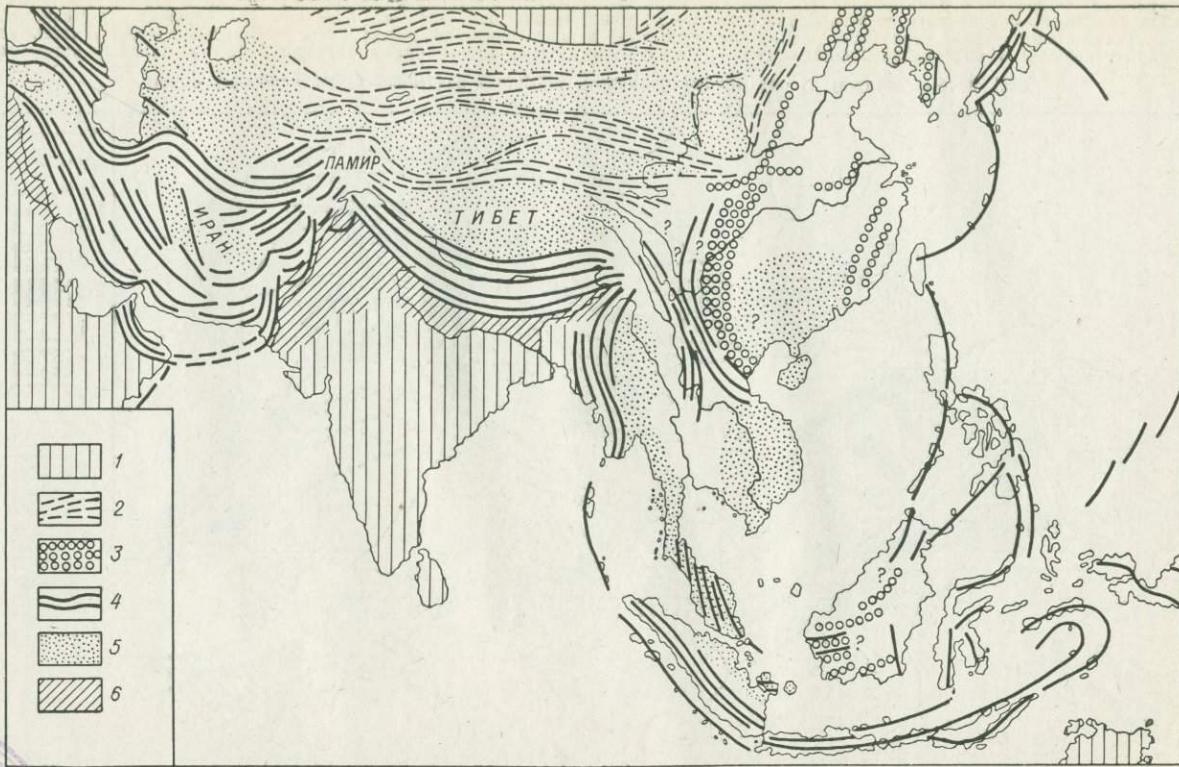


Рис. 8. Структурная карта Южной Азии (по А. Борну, 1930—1932 гг. [57]).

1 — докаледонские массивы; складчатость: 2 — варисцийская, 3 — юрско-меловая, 4 — позднемеловая-третичная; 5 — относительно устойчивые внутренние массы (плато и депрессии); 6 — молодые фронтальные депрессии.



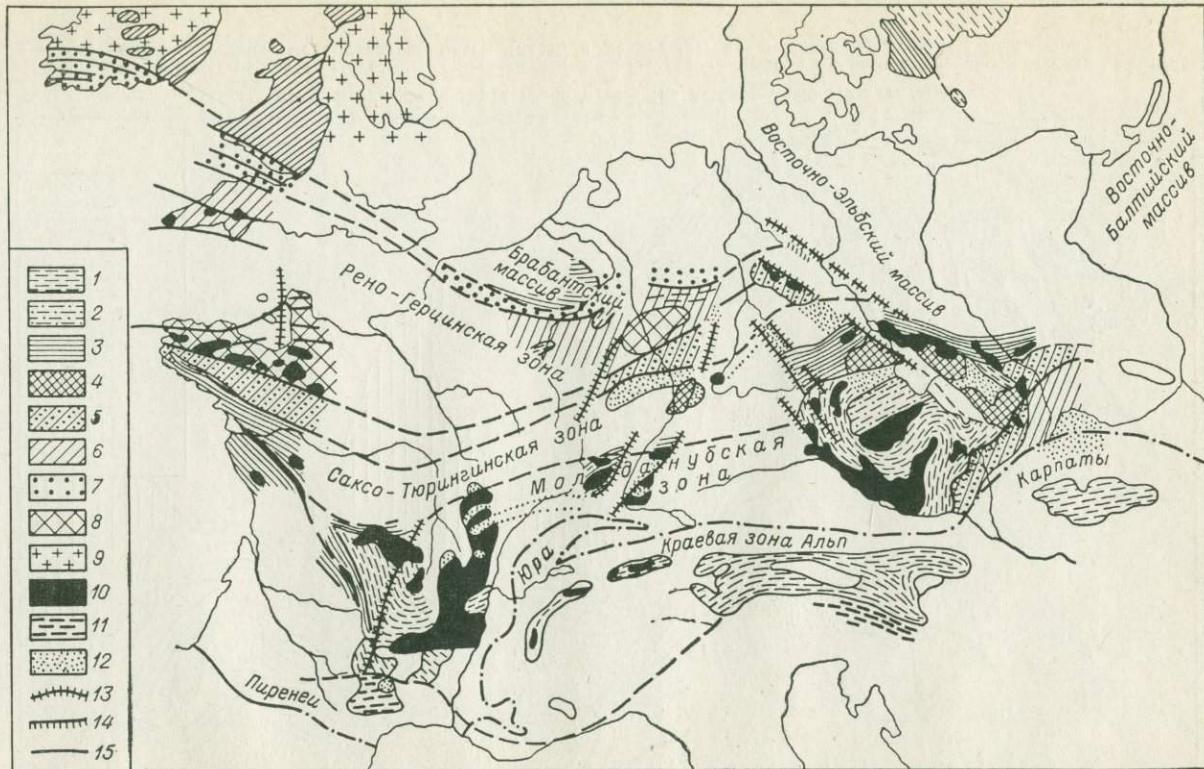


Рис. 9. Обзорная карта варисской структуры Западной Европы (по С. Бубнову, 1935 г. [28]).

1 — Молданубский массив; 2 — палеозойские осадки молданубского комплекса; 3 — Саксо-Тюрингинская зона и каледониды; 4 — метаморфизованная часть Саксо-Тюрингинской зоны; Рено-Герцинская зона: 5 — метаморфизованная внутренняя часть (бретонская), 6 — средняя часть (судетская), 7 — внешняя впадина; 8 — рано затвердевшие массивы; 9 — Британский шельф с Пеннинской антиклиналью; 10 — гранитные массивы; 11 — южная осадочная зона (палеодинариды); 12 — внутренние впадины; 13 — поперечные нарушения; 14 — надвиги; 15 — простирание складок.

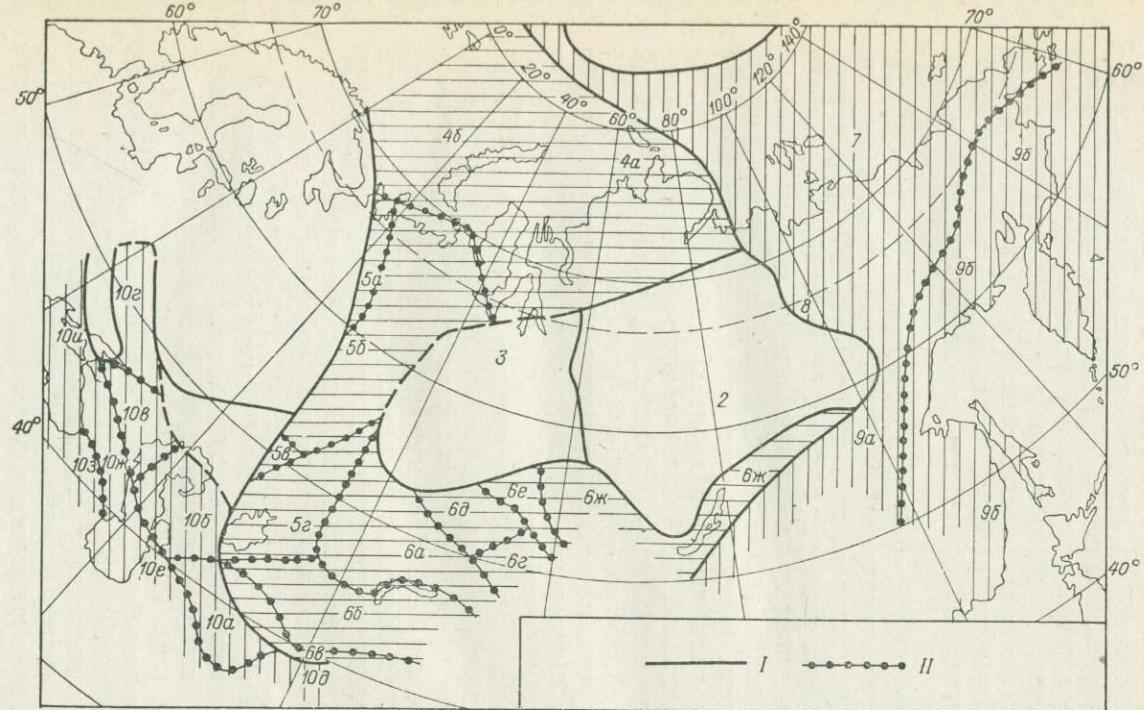


Рис. 10. Схематическая карта геологических районов СССР (по Д. В. Наливкину, 1933 г. [59]).

Границы: I — регионов, II — районов.

Архейско-протерозойские геосинклинали: I — Среднерусская платформа, 2 — Сибирский массив, 3 — Западно-Сибирская низменность; палеозойские геосинклинали: 4 — западная часть Северной геосинклинали ($4a$ — Северная Земля и Таймыр, $4b$ — Новая Земля), 5 — Уральская геосинклиналь ($5a$ — Тиман, $5b$ — Урал, $5b$ — Мугоджары, $5c$ — Арало-Тургайская депрессия), 6 — Ангарская геосинклиналь ($6a$ — Казанская (Киргизская) степь и Тарабагатай, $6b$ — северные дуги Средней Азии, $6b$ — центральные дуги, $6c$ — Алтай, $6d$ — Кулундинская степь, $6e$ — Кузбасс, $6f$ — Минусинская котловина, Саяны и Прибайкалье); мезо-кайнозойские геосинклинали: 7 — восточная часть Северной геосинклинали, 8 — Верхоянская геосинклиналь, 9 — Тихоокеанская геосинклиналь ($9a$ — внешняя зона: Забайкалье, Становой хребет; $9b$ — внутренняя зона: Дальний Восток, Сахалин, хр. Черского, Охотское побережье, Камчатка, Анадырский край), 10 — Средиземноморская геосинклиналь (внешняя зона: $10a$ — Каракумы, $10b$ — Мангышлак и Устюрт, $10c$ — Предкавказье, $10d$ — Донбасс; внутренняя зона: $10d$ — южные дуги Средней Азии, $10e$ — Копетдаг и Балханы, $10f$ — Кавказ, $10g$ — Закавказье, $10h$ — Крым).

формы тектогенеза. Основная идея геотектонического районирования заключается в выделении складчатых зон и их платформ по возрасту. Подчеркивая постепенность перехода в пространстве от платформы к складчатой зоне и в этом смысле не отделяя резко, как теперь мы говорим, геосинклинальную складчатость от негеосинклинальной, М. М. Тетяев считал возможным классифицировать регионы во времени только после завершения в них складчатости, когда возникли складчатые и смежные с ними нескладчатые области. В отличие от Д. В. Наливкина, выделявшего регионы по возрасту геосинклиналей, М. М. Тетяев предложил проводить районирование по возрасту складчатости.

На территории СССР им были показаны контуры докембрийских, каледонских, герцинских и альпийских складчатых зон. При внимательном знакомстве с текстом его статьи и картой видно, что на карте нанесена область альпийской складчатости и ее платформа, в пределах которой отдельные районы испытали складчатость в докембрийский, каледонский и варисцийский периоды тектогенеза. Платформы же, соответствующие областям докембрийской, каледонской и варисцийской складчатости, не получили отражения. А. Д. Архангельский и Н. С. Шатский писали об этой карте в 1933 г. следующее: «По крайней наарочитой схематичности, отсутствию указанных подробностей, неисторичности карта Тетяева не только не может облегчить какое-либо практическое районирование, но, наоборот, может явиться источником крупных ошибок» [5, с. 324].

Действительно, с современных позиций схема М. М. Тетяева может представлять лишь исторический интерес, хотя выделение регионов по возрасту складчатости успешно применялось и до него, например Ф. Н. Чернышевым, Л. Кобером, и в более совершенном виде явились в дальнейшем основой районирования на большинстве тектонических карт и схем. Ряд идей, высказанных М. М. Тетяевым в его статье (например, о смене тектонических режимов во времени и в пространстве), представляет и сейчас несомненный интерес для тектонистов, но в его собственной схеме эти идеи оказались нереализованными.

В качестве наиболее совершенной можно рассматривать тектоническую карту, составленную А. Д. Архангельским и Н. С. Шатским (рис. 11). Их статья «Схема тектоники СССР» [5] вышла вслед за работами Д. В. Наливкина и М. М. Тетяева. А. Д. Архангельский и Н. С. Шатский констатируют чрезвычайную схематичность карт своих предшественников и несоответствие содержания этих карт имеющемуся фактическому материалу. Они отмечают также отсутствие структурности и историчности. В основу своей карты А. Д. Архангельский и Н. С. Шатский положили представление о главных тектонических элементах земной коры, которыми, по их мнению, являются геосинклинали и плиты, однако эту идею и вытекающие из нее

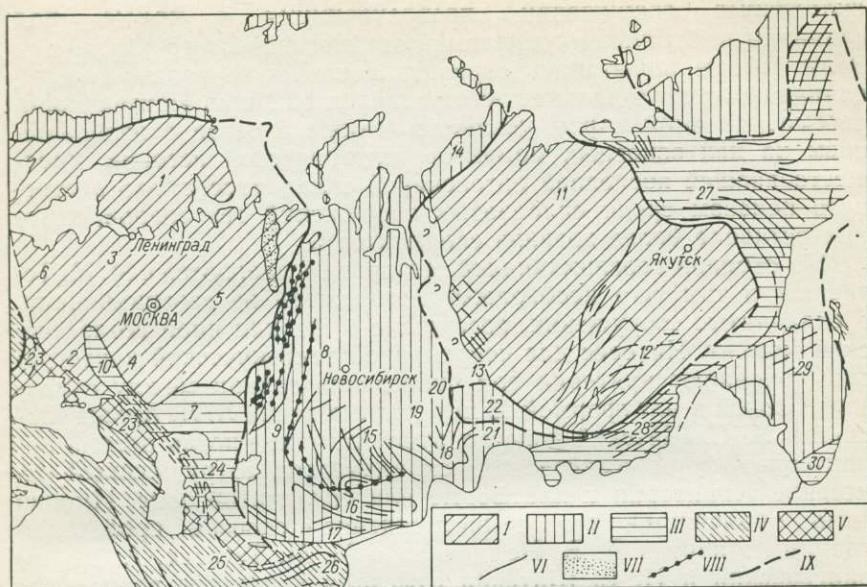


Рис. 11. Тектоническая карта СССР и сопредельных территорий (по А. Д. Архангельскому и Н. С. Шатскому, 1933 г. [5]).

I — докембрийские плиты; II — палеозойские плиты, образованные каледонской и варисцийской орогенями; III — области мезозойской складчатости; IV — области альпийской складчатости; V — предгорные впадины альпийских горных сооружений; VI — простирации складок; VII — валы на Восточно-Европейской плате; VIII — границы слабых мезозойских и третичных дислокаций в пределах докембрийских и палеозойских плит; IX — границы интенсивной геосинклинальной складчатости различных периодов.

Щиты: 1 — Балтийский, 2 — Азовско-Подольский; 3 — Подземные склоны Балтийского щита; 4 — Воронежский выступ докембия; впадины: 5 — Восточно-Русская, 6 — Польско-Германская, 7 — Прикаспийская, 8 — Иртышская, 9 — Тургайская; 10 — Донецкий бассейн и его продолжение; 11 — Анабарский гнейсовый массив; 12 — Алданский массив; 13 — Енисейский кряж; складки: 14 — Таймыра и Северной Земли, 15 — Казахстана; 16 — Северный Тянь-Шань; 17 — Южный Тянь-Шань; 18 — Алтай; 19 — Салаир; 20 — Кузнецкий бассейн; 21 — Западный Саян; 22 — Восточный Саян; 23 — предгорная впадина Карпат, Крыма и Кавказа; 24 — складки Маньчжурии и Туаркыра; 25 — Копетдаг; 26 — Памир; 27 — Верхоянский хребет; 28 — Восточное Забайкалье; 29 — Амуро-Амгунская область; 30 — область мезозойских и альпийских нарушений Приморья.

выводы они реализовали недостаточно последовательно. Подразделение территории СССР выполнено ими по возрасту складчатости, и в этом смысле оно принципиально не отличается от районирования, проведенного Д. В. Наливкиным и М. М. Тетяевым.

«Наша карта,— писали А. Д. Архангельский и Н. С. Шатский,— имеет в виду прежде всего подразделение территории СССР на области, отличающиеся друг от друга по возрасту той складчатости, после которой соответствующие участки земной коры утрачивали свойства геосинклинали, приобретая свойства плит» [5, с. 324]. Исходя из имевшегося тогда фактического материала на карте были показаны шесть групп складчатости, намечены их основные простирации и главнейшие структурные единицы второго порядка, которые возникли в пределах основных

складчатых сооружений, превратившихся в плиты, под влиянием последующих движений эпейрогенического характера. Этим авторы попытались отразить периоды не только геосинклинального, но и дальнейшего развития районов. Историчность рассматриваемой карты усилилась также в связи с изображением на ней основных моментов тектонической истории, предшествовавшей последней интенсивной складчатости; это достигнуто показом среди складчатых сооружений тех следов, которые оставила более древняя складчатость.

Не отрицая геосинклиналей, авторы соглашаются с М. М. Тетяевым в том, что необходимо изображать не геосинклиналии, а складчатые сооружения, возникшие в тот или иной геологический момент. Интерес для современной тектонической картографии сохраняют критерии при проведении границ между складчатой зоной и платформой. В переходных зонах А. Д. Архангельский и Н. С. Шатский констатируют наличие иногда весьма характерных форм «саксонской» складчатости, затрудняющей отнесение территории к платформе или складчатой зоне. Именно этим объясняется резкое расхождение в способе проведения границ на картах Д. В. Наливкина и М. М. Тетяева. А. Д. Архангельский и Н. С. Шатский отмечали в связи с этим: «Мы проводим границы, подобно Наливкину, по окраине интенсивно складчатых районов» [5, с. 332].

На тектонической карте СССР были выделены докембрийские (Русская, Сибирская) и палеозойская (Урало-Сибирская) плиты, в которых намечены участки с различно погруженными блоками фундамента, области мезозойской складчатости и альпийская геосинклинальная область, включающая районы третичной складчатости, а также предгорные впадины альпийских горных сооружений. Кроме основных структурных элементов на карте показаны районы палеозойских складчатостей среди более молодых, границы слабых мезозойских и третичных дислокаций в пределах плит, щиты, склоны щитов, массивы, впадины, котловины, валы на Русской плите; нанесены сбросы и линии простираций складчатости.

Дальнейшее развитие обзорных тектонических карт вплоть до 60-х годов не претерпевало принципиальных изменений. Карты пополнялись новым фактическим материалом, совершенствовалась техника их составления, расширялась охватываемая площадь. В теоретической тектонике формируются представления о типах, темпах и характере распространения тектонических движений, о ходе (этапах) геосинклинального процесса, значении крупных разломов в земной коре, роли молодых неотектонических движений в формировании современных структурных элементов и т. д. Совершенствуется тектоническая терминология. Преобладающими при палеотектонических реконструкциях являются методы мощностей и фаций, зарождается формационный анализ. Успехи в теоретической тектонике позволили по-

новому отразить историю развития складчатых областей, их переходы к платформам (краевые и предгорные прогибы), дать градацию дизъюнктивных нарушений.

С 1937 по 1960 г. под редакцией А. Д. Архангельского с соавторами было издано несколько обзорных тектонических карт. В 1937 г. А. Д. Архангельским совместно с Н. С. Шатским и В. В. Меннером была составлена мелкомасштабная схема тектоники Евразии, приложенная к очерку о геологии СССР [6]. В 1941 г. также в виде приложений к своей книге А. Д. Архангельский опубликовал схему тектоники СССР и тектоническую схему поверхности земного шара [76]. С 1950 г. методика составления тектонических карт, применявшаяся А. Д. Архангельским, развивается Н. С. Шатским и А. А. Богдановым. В 1953 г. под руководством Н. С. Шатского была выполнена тектоническая карта СССР масштаба 1 : 4 000 000, в 1956 г.— тектоническая карта СССР и сопредельных стран масштаба 1 : 5 000 000 [87, 89, 90]. Перечисленные карты в главных чертах аналогичны друг другу. Поскольку карта в масштабе 1 : 5 000 000 [90] полнее других отображает уровень тектонической картографии к концу рассматриваемого периода и имеет заметные преимущества по сравнению с изданными примерно в те же годы тектоническими картами Канады, Индии, США и других стран, остановимся на ее характеристике подробнее.

Общее редактирование карты принадлежит Н. С. Шатскому. Несмотря на несколько более мелкий масштаб по сравнению с картой 1953 г., данная карта включает в себя большой новый фактический материал, ее условные обозначения разработаны более четко, показаны интрузии разного возраста и состава; принципы же выделения и изображения структур разного порядка остались прежними. При оценке карты мы не будем останавливаться на ее недостатках с точки зрения современной картографии, а постараемся проанализировать те из тектонических особенностей, которые удалось отразить.

Одним из важных требований к карте является проведение тектонического районирования. На описываемой карте главным признаком, по которому выделяются тектонические единицы и, следовательно, выявляются естественные геологические районы, принят возраст складчатости. Авторы писали: «Более точно возрастом складчатости следует считать время превращения складчатой геосинклинальной области в область платформенную» [90, с. 6]. Они отмечали возможность подразделения структурных областей также и по эпохам зарождения новых геосинклинальных систем, т. е. по началу геосинклинального развития, но, принимая во внимание неполноту наших знаний о времени заложения геосинклиналей, отдали предпочтение возрасту складчатости. Составители карты сознавали несовершенство этого принципа; они отмечали, что при более полном изучении тектоническое районирование правильнее основывать на

всей истории тектонического развития складчатых систем — от их зарождения до превращения в платформу.

Но и при выделении регионов по возрасту складчатости возникают затруднения в связи с фактами, заставившими пересмотреть идею о повсеместности и синхронности не только отдельных фаз, но даже и эпох складчатости. Факты показывают, что складчатости в разных частях планеты проявляются по-разному и не в одно и то же время. Несмотря на это, на карте с определенной долей условности была проведена типизация складчатостей по возрасту (показано цветом), выделены архейские, протерозойские, конца протерозоя — начала кембрия (байкальская или рифейская), раннепалеозойская (каледонская), позднепалеозойская (герцинская или варисская), мезозойская, кайнозойская (альпийская и тихоокеанская) складчатости.

Типизация складчатых областей упростила чтение карты, но привела к искажению сложной картины разновременности процесса в пространстве. Частично этот недостаток карты компенсировался введением геохронологических индексов, позволивших в каждом отдельном регионе наметить действительные временные рамки тектонических событий. Посмотрим теперь, как реализован на карте принятый авторами главный принцип районирования. В годы создания карты уже было известно, что становление платформы — процесс не моментальный. «Продолжительность эпох складчатости, т. е. процесса превращения мобильной зоны в платформу, иногда довольно велика. Она может достигать длительности геологического периода и более» [90, с. 8]. Сейчас известно, что геосинклиналь после своего закрытия проходит длительное негеосинклинальное и неплатформенное развитие, поэтому определение главного принципа, содержащееся в объяснительной записке, не является корректным, а следовательно, его применение изначально не могло дать правильного районирования.

Главный принцип районирования требовал, чтобы на карте были выделены геосинклинали и разновозрастные платформы, возникшие после завершения соответствующих складчатостей. На практике авторам пришлось наряду с платформами показать разновозрастные складчатые области, т. е. элементы, не предусмотренные в схеме развития геосинклиналь — платформа.

Вторым из главных требований к тектонической карте является изображение морфологии структурных элементов — от самых крупных до совсем мелких, называемых уже структурными формами. Показ морфологии крупных структурных элементов начинается с их контуров, для чего надо иметь разработанную классификацию региональных структурных подразделений. Н. С. Шатский, считая главными структурными элементами только платформы и геосинклинали, в процессе составления карты был вынужден выделить третий крупный элемент — складчатую область. Эти три типа элементов были оконтурены

на территории СССР и сопредельных стран и явились тогда главными региональными структурными подразделениями.

Из более мелких структур на карте показаны срединные массивы и предгорные прогибы. В пределах платформ и складчатых областей намечены специальными знаками или изолиниями структурные элементы более низких порядков, вплоть до флексур, соляных куполов, разломов и отдельных вулканов. Положение кровли фундамента на платформах показано при помощи ступенчатой отмывки между изолиниями мощностей чехла: чем глубже кровля фундамента (больше мощность чехла), тем слабее интенсивность окраски. В целом структурная нагрузка на карте и ее читаемость, принимая во внимание сложность и размеры охваченной территории, являются большим достижением и до сих пор служат примером при составлении тектонических карт разного масштаба.

Третье требование к тектонической карте — отражение истории развития структур, в процессе раскрытия которой в той или иной мере должен выясниться и их генезис. Для этого впервые на мелкомасштабной карте были даны возрастные тектонические подразделения, названные структурными этажами и ярусами*. Их выделение отмечает важный качественный скачок в развитии тектонической картографии, получившей более совершенный новый способ отображения истории тектогенезиса. В строении платформ констатируется наличие всегда двух этажей: складчатого фундамента и чехла; в геосинклиналях выделяются, как правило, три структурных яруса. Этажи и ярусы обозначаются индексами геохронологической шкалы. Показ этажей и ярусов в сочетании с нанесенными в границах современного эрозионного среза интрузиями разного возраста и состава явился основой для суждения о развитии структур. Эта сторона тектонической карты Н. С. Шатского имеет, однако, наибольшее число уязвимых мест, которые недавно были разобраны в печати [76].

Чтобы не дублировать критику, отметим, что одна (большая) часть неясностей и дискуссионных положений, возникающих при чтении карты, связана с неразработанностью общих вопросов тектогенеза, другая же вызвана несовершенством условных обозначений. Так, в складчатых областях более или менее удачно читается схема их развития в течение последнего геосинклинального периода, тектоническая обстановка как до него, так и после остается неясной.

Оценивая рассмотренную карту СССР и сопредельных стран, составленную под руководством Н. С. Шатского, следует констатировать, что для своего времени она синтезировала на высоком научном уровне громадный фактический материал,

* Одной из первых тектонических карт, на которой показаны этажи и подэтажи, была региональная карта Н. П. Хераскова [101].

выявила основные черты строения и тектонического развития этой территории. В целом карта явилась большим достижением отечественной геологии, а ее научное и методическое значение сохраняется до наших дней.

Конец второго периода отмечен также появлением более крупномасштабных региональных структурных, тектонических и некоторых специальных карт. Остановимся на краткой характеристике карт, представляющих наибольший интерес в методическом отношении.

К ним прежде всего относится тектоническая карта Кавказа в масштабе 1 : 1 000 000 под редакцией Л. А. Варданянца, вышедшая в 1955 г. Эта карта охватывает весь Кавказ и Предкавказье, включая Ставрополье [30, 83]. Основное содержание карты состоит в изображении структур, которые показаны генерализованными стратоизолиниями, сопровожденными цветной каймой. Цвет каймы соответствует стратиграфической раскраске геологической карты. Такими обозначениями даны породы от докембрийских до четвертичных включительно. Цветной заливкой отмечены интрузии разного состава и возраста; отдельно показаны плиоценовые и постплиоценовые вулканогены. Добавочные структурные обозначения включают линии простирания и падения пластов, поверхности несогласий, сбросы и надвиги, контуры погребенных жестких массивов, простиранье осевых линий и пород в акватории прибрежной зоны Каспия и некоторые другие. При построении карты тектоническое районирование не предусматривалось, но его схему можно наметить, руководствуясь морфологией структурных форм, которые в одних местах представлены резко сжатыми складками, в других — широкими и короткими.

История развития читается на карте односторонне. Можно установить время и формальные особенности таких событий, как складчатость, поднятие и опускание, внедрение интрузий, образование разрывов, т. е. то, что обычно можно прочитать и по геологической карте. Таким образом, рассматриваемая карта, названная автором тектонической, по существу является типично структурной. В методическом отношении карта интересна тем, что она составлена в относительно крупном масштабе для большого сложно построенного региона. В то же время на ее примере стали ясны ограниченные возможности графического изображения морфологии структур наивысшей сложности.

К региональным относится и тектоническая карта Южного Урала, приложенная к известной статье Н. П. Хераскова о методике составления карт масштаба 1 : 500 000 и 1 : 2 000 000 [101]. Карта Н. П. Хераскова не была издана отдельно от статьи, в которой вследствие уменьшения она, естественно, схематизирована. Но даже несмотря на это, карта вместе с текстом небольшой статьи сыграла важную роль, особенно в разработке методов изображения истории развития региона. Н. П. Херас-

ков справедливо подчеркнул, что возрастные деления геологической карты следуют универсальной, в значительной степени условной, шкале времени. Часто деления этой шкалы не соответствуют естественным этапам развития. Поэтому для наиболее объективного отражения тектонического развития следует выделять естественные возрастные единицы, в качестве которых он один из первых принял структурные этажи и подэтажи.

Другим недостатком геологических карт является отсутствие на большинстве из них вещественной характеристики пород, что затрудняет суждение об изменении характера отложений во времени и пространстве. «На геологических картах непосредственно не отражен даже такой поворотный пункт истории,— писал Н. П. Херасков,— как смена геосинклинального режима платформенным» [102, с. 37]. В предложенных им условных обозначениях для Южного Урала можно прочитать развитие тектонических режимов и их этапов, приведших к формированию доуралид, уралид и платформы. Для каждого возрастного подразделения (например, для уралид) установлено региональное деление на структуры первого и второго порядка с более дробным расчленением на типы в соответствии с особенностями разреза.

Подчеркнув, что третьим недостатком геологической карты является изображение на ней «лишь тех образований, которые выходят на поверхность», Н. П. Херасков попытался восполнить этот пробел обоснованием тесной связи морфологии структур с типами разрезов, являющимися косвенным показателем истории тектонических движений. Оригинальное построение условных обозначений действительно позволило добиться успеха в отображении истории развития, но морфология структур при этом оказалась невыразительной, трудночитаемой. Н. П. Херасков переоценил возможности изображения структуры только при помощи контуров структурных этажей и подэтажей, полностью отказавшись от уже применявшихся обозначений осей складок, стратоизолиний, разрывов и др. Впрочем, от структурной нагрузки он отказался вполне сознательно, сославшись на большие трудности при нанесении мелких структурных элементов в связи с плохой обнаженностью Южного Урала.

Несмотря на недостатки карты с точки зрения современных требований, предъявляемых к изображению морфологии структур и районированию (оно практически не проведено), можно без преувеличения сказать, что приемы, которые разработаны Н. П. Херасковым, использовались и до сих пор используются при составлении большинства региональных тектонических карт страны.

Заканчивая характеристику карт второго периода, необходимо отметить наиболее ранние (кроме схем) палеотектонические карты, составленные в масштабе 1:5 000 000 департаментом съемки США в 1924 г. для юры и триаса отдельных частей

Североамериканской платформы. Одни из них представляют собой карты литофаций и мощностей, другие — интерпретационные. Все они составлены для определенных этапов — интервалов геохронологической шкалы. Карты собраны в атласе, сопровожденном объяснительной запиской. В настоящее время эти карты представляют только исторический интерес [63].

III ПЕРИОД. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕКТОНИЧЕСКИЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ И КАРТЫ

Начиная с 60-х годов наряду с дальнейшим углублением учения о геосинклиналях наблюдается сначала постепенное, а затем исключительно энергичное оживление мобилизма новой модификации в виде гипотезы «тектоники плит». Это неомобилистская концепция, претендующая на объяснение тектонических особенностей всей земной коры, иногда отождествляется с понятием «новой глобальной тектоники». В теоретической геотектонике, несмотря на совершенствование методов палеотектонического анализа и накопление громадного нового фактического материала, до сих пор существуют диаметрально противоположные взгляды по многим основным проблемам.

Благодаря крупным сводкам по региональной тектонике складчатых областей уточняются представления об этапах развития геосинклиналей, условиях заложения и особенностях завершающих стадий их истории. При палеотектонических реконструкциях существенную роль начинает играть формационный анализ, совершенствуется классификация возрастных и региональных тектонических подразделений, все большую четкость приобретает понятие о тектонических режимах, закономерностях смены их во времени и пространстве. В то же время интенсивное изучение акваторий морей и океанов, особенно при помощи геофизических методов, а в последние годы — путем бурения океанического дна, явилось главным толчком для оформления за рубежом, в основном трудами американских ученых, концепции неомобилизма. Эта гипотеза обосновывает существование гигантских плит земной коры, их преимущественно горизонтальное перемещение, в процессе которого происходит разрушение одних плит и наращивание других, а также формирование всех наблюдавшихся структур земной коры. На почве гипотезы тектоники плит формируется представление об аналогии между океаном и геосинклиналью и о необходимости пересмотра прочно вошедших в науку схем геосинклинального процесса.

Более подробная характеристика гипотезы тектоники плит будет дана ниже; здесь же важно подчеркнуть, что интенсивное изучение акваторий морей и океанов впервые поставило на реальную основу возможность составления тектонических карт

земной коры, перекрытой мощной водной оболочкой. Однако прежде чем изложить достижения тектонической картографии самых последних лет, обратимся к материалам о ее развитии начиная примерно с 60-х годов. Мы остановимся только на принципиально важных, узловых моментах в ее истории, преимущественно отечественной. Это не исказит общей картины, поскольку высокий теоретический уровень этой отрасли геологии в СССР признан на международной арене и ее опыт широко используется в странах Европы и Америки.

Перечень обзорных тектонических карт последних лет, изданных в нашей стране и за рубежом, описание их главных особенностей можно найти в монографии Т. Н. Спижарского [76], в статье М. В. Муратова, Ю. М. Пущаровского и В. П. Колчанова [54], а также в книге «Тектонические карты континентов на XXII сессии Международного геологического конгресса» [95]. Наибольшее количество тектонических обзорных карт СССР и других территорий составлено на основе теоретических разработок А. Д. Архангельского, Н. С. Шатского и более поздних А. А. Богданова [54]. Типичными представителями таких карт являются международная тектоническая карта Европы масштаба 1 : 2 500 000 и тектоническая карта Евразии масштаба 1 : 5 000 000. Обе карты сопровождаются объяснительными записками [78, 79].

На первой из этих карт выделены области складчатостей [до-палеозойских и архейских (свекофенской, карельской, готской, дальсландской, байкальской или кадомской, ассинтской); палеозойских, местами докембрийских; каледонской, варисцийской (герцинской) и альпийской]; чехлы платформ с фундаментом докембрийским, палеозойским и неустановленного возраста; платформенные чехлы, смятые каледонской и варисцийской складчатостями. В складчатых областях, начиная с байкальской, показаны эвгесинклинальные и миогесинклинальные зоны, а в варисцийской и альпийской, кроме того, краевые прогибы. В областях палеозойских складчатостей отмечены участки более древних комплексов, переработанных последующей складчатостью. Выделением региональных структур обеспечивается тектоническое районирование, которое в зависимости от размера структуры проведено по разным структурно-историческим признакам: в одних случаях по возрасту складчатости, в других — по типу геосинклинального развития (мио- и эвгесинклинальные зоны), в третьих — по особенностям послегеосинклинальных процессов.

История тектонического развития складчатых областей отражена независимо от возраста геосинклиналей путем выделения трех структурных этажей, что навязывает разновременным геосинклиналям определенный стандарт развития; для детализации местами показаны подэтажи. Развитие платформ распознается по карте неполно и только косвенно — по рельефу

фундамента или по стратоизогипсам, проведенным по разным горизонтам. Структурная нагрузка включает многочисленные обозначения для тектонических элементов и форм разных размеров, кроме того, она подчеркнута границами структурных этажей и подэтажей.

В каждой складчатой области показаны гранитоиды, подразделенные на ранне-позднеорогенные и анерогенные, а также интрузии щелочного, основного и ультраосновного состава, как это делается на обычных геологических картах. Следует отметить непреемлемость принятой для разделения гранитоидов терминологии, так как в соответствии с современным ее пониманием мы должны все гранитоиды отнести к послегеосинклинальным.

Новым на карте, что, несомненно, углубляет трактовку истории развития, является изображение при помощи края различных формаций. Удачно разработаны также система буквенных индексов, отмечающих складчатости разного возраста, и цифровые обозначения для возрастных тектонических подразделений. При всех усовершенствованиях и упрощениях, достигнутых благодаря типизации складчатых областей, данная тектоническая карта относится к той группе современных обзорных карт, объем нагрузки которых находится на грани нормы, благоприятной для восприятия.

Вторая из упомянутых выше карт в основном аналогична описанной, но охватывает значительно большую площадь, включая кроме Европы Азию, Северную Африку, часть Северной Америки и, что принципиально важно, прилегающие области дна океанов, краевых и внутренних морей. Значение ее определяется уже тем, что тектоника столь громадного участка земной коры в масштабе 1:5 000 000 изображена впервые. На этой карте более четко разработана история развития складчатых областей и платформ. Выделен орогенный структурный ярус, а на платформах (кроме Русской) развитие подчеркнуто показом нескольких структурных комплексов чехла.

Впервые проведено районирование дна морей и океанов. Здесь изображено три типа регионов первого порядка: участки эпимезозойских и более древних платформ в области шельфа, совместно кайнозойские складчатые и геосинклинальные области, а также океанические платформы, которые на основании геолого-геоморфологических признаков расчленены детальнее. Так, в их пределах показаны сводовые поднятия базальтовой коры, краевые валы, хребты глыбовой структуры, срединно-океанические хребты, структуры грабенов Аденского залива и Красного моря, древние плиты между зонами поднятий, океанические плиты, возникшие в палеозое и мезозое и лишенные гранитного слоя. Цветными знаками показаны сбросы и разломы других типов, зоны дробления, простижение складчатости, край материковой отмели, подножие материкового склона, осе-

вые линии глубоководных желобов, рифтовые долины, атоллы и некоторые другие геоморфологические объекты.

Громадный материал и размеры территории позволили авторам карты убедиться в разновременности тектонических процессов в пространстве и в условности типизации и районирования областей по возрасту складчатости. Так, поздние каледониды и герциниды, намеченные на карте, различаются не по времени складчатости, а по своим формациям. К каледонидам отнесены складчатые области, в пределах которых развиты красноцветные среднепалеозойские континентальные и девонские эфузивные образования независимо от дислоцированности последних, а к герцинидам — области с морскими формациями девонского и даже позднесилурского возраста. По нашему мнению, выделение по этим признакам каледонид, в частности в пределах Шпицбергена, оказалось ошибкой, так как красноцветы девона связаны там с блоковыми орогеническими движениями додевонской (байкальской) платформеноидной области и никак не свидетельствуют о геосинклинальном развитии до орогенеза [13].

Список тектонических карт может быть продолжен рядом зарубежных изданий. Так, аналогичные принципы были положены в основу тектонических карт Африки, Северной Америки, Канадского щита (все в масштабе 1 : 5 000 000), Индии (1 : 2 000 000) и многих других [95].

В конце 50-х—начале 60-х годов под руководством Т. Н. Спижарского подготавливается новая тектоническая карта СССР в масштабе 1 : 2 500 000; ее макет демонстрировался на XXII сессии МГК в Индии. Из печати карта вышла в 1966 г., а ее новый вариант с небольшими дополнениями и упрощениями в масштабе 1 : 7 500 000 издан в 1967 г. Описание содержания карты сделано Т. Н. Спижарским [75], изданы также статьи с вклейками схем [77]. Позже основные вопросы, связанные с составлением обзорных тектонических карт СССР, подробно рассмотрены Т. Н. Спижарским в монографии [76], где дальнейшее развитие получили его идеи, положенные в основу тектонической карты 1966 г.

Карта Т. Н. Спижарского существенно отличается от карт школы Архангельского—Шатского—Богданова; сделан новый шаг в развитии отечественной картографии. Эта карта более совершенна, чем предыдущие, отражает районирование, морфологию структур и их развитие. На ней показано, как зависят от тектогенеза другие геологические явления, и в первую очередь магматизм и метаморфизм.

При районировании «выделены однотипные по особенностям строения и развития основные структуры земной коры» [75, с. 154]. Структуры разного порядка, как и на картах Архангельского—Шатского—Богданова, классифицированы на основании разных признаков, причем все эти признаки в общем относятся

к структурно-историческим. Так, наиболее крупные региональные структурные элементы намечены по строению коры — это области с корой континентального, океанического и геосинклинального типа. Последующая градация, включающая четыре типа регионов, выделена по другому признаку — типу современного тектонического режима. Сюда относятся регионы разного режима: геосинклинального, завершенного геосинклинального, кратогенного и недифференцированной земной коры. Более подробное районирование внутри этих областей сделано на основании третьих признаков. Среди регионов геосинклинального режима выделены Альпийская и Тихоокеанская геосинклинали. При этом учитывались различия в течении геосинклинального процесса, который, по мнению Т. Н. Спижарского, еще не закончился ни в одном из этих поясов.

Регионы завершенной складчатости подразделены более подробно также по типу развития, но с учетом преимущественно послегеосинклинальной истории. На этом основании обособлены области преимущественного поднятия (орогенные) и погружения (кайлогенные); последние в свою очередь подразделены еще детальнее в зависимости от различий в этапах их развития в кайлогенную стадию, которая еще продолжается. Орогенные складчатые области классифицируются с учетом их особенностей и типа магматизма в геосинклинальный период.

В отличие от ранее принятого способа районирования на картах Архангельского—Шатского—Богданова, в основу подразделений складчатых областей положен не возраст геосинклинальной складчатости, а «тип предшествовавшего геосинклинального развития как фактор, определяющий их внутреннее строение» [75, с. 157]. Если внимательно ознакомиться с районированием складчатых орогенических областей, можно увидеть, что решающим в их выделении были особенности только последнего периода геосинклинального развития, поскольку в течение предыдущих периодов эти области имели совершенно другие региональные ограничения, а некоторые из них сливались.

Выполненное на такой основе районирование позволило типизировать складчатые системы, при этом важным показателем явился тип магматизма. На карте намечено четыре типа регионов: фемические, салическо-фемические, фемическо-салические, салические. Несмотря на спорность ограничений некоторых складчатых систем в пространстве (Казахстан, Кавказ), от чего зависит приписываемый им магматизм, эта классификация отражает объективные различия систем, имеющие важное значение для теоретических и практических выводов.

Платформы выделены в соответствии с контуром платформенного чехла, покрывающего складчатое основание, которое сохранилось от раздробления и переработки. В отдельных случаях (например, в Северном Прикаспии) чехол платформы

сливается с чехлом койлогенной области и граница условна, так как сечет тектонически единое тело. В качестве самостоятельных структурных элементов в областях завершенного геосинклинального развития выделены срединные массивы. Последнему, это происходит автоматически при ограничении окружающих складчатых систем. Поскольку эти системы выделены на основании типа развития в последний период геосинклинальной истории, то срединные массивы, не вовлеченные в этот процесс, остаются как бы «от выкройки» складчатых систем.

Районы недифференцированной земной коры занимают впадины Северного Ледовитого океана и части Тихого; шельфовые области закрашены цветом продолженных туда структурных элементов материка.

В границах региональных структурных подразделений намечены многочисленные более локальные формы: краевые и предгорные прогибы, глубоководные впадины, а также зоны перехода континентальной коры в океаническую и области превращения континентальной коры в океаническую. Различными знаками нанесены еще более мелкие структуры и разрывные нарушения. Из прочих обозначений назовем изолинии глубины фундамента платформ и койлогенных областей, изопахиты возрастных тектонических подразделений, границы тектонических тел. Наряду с тщательным изображением морфологии структур в условных обозначениях впервые отражена специфика магматизма каждого тектонического района. Это достигнуто привязкой магматических образований разного генезиса и состава к соответствующим структурным комплексам и ярусам. На карте использована специально разработанная система буквенной индексации, при помощи которой читается регион, тип структурного комплекса, порядок яруса и принадлежность магматического объекта к тому или иному региональному подразделению. Цвет использован для разделения структурных комплексов, ярусов, подъярусов и магматических тел.

История тектонического развития структур отражена путем выделения возрастных тектонических единиц: комплексов, ярусов и подъярусов. Впервые большинству возрастных подразделений дана не только геохронологическая, но и тектоническая характеристика с указанием типа режима, при котором они формировались. Благодаря этому появилась возможность «сквозного» качественного прочтения истории развития региональных подразделений от докембрия до современной эпохи. Впервые также выделены структурные ярусы на платформах, по которым можно узнать не только глубину залегания поверхности фундамента, но и историю ее деформации.

Описываемая карта не лишена недостатков, и первым из них является пересыщенность материалом и громоздкость условных обозначений. Несомненно, спорным можно считать ограничение в пространстве некоторых складчатых систем, трак-

товку типа тектонического режима ряда регионов. Анализ карты свидетельствует, однако, что мы имеем дело с новой и более прогрессивной методикой составления обзорных тектонических карт, позволяющей глубже и объективнее проводить тектоническое районирование, точнее и правильнее изображать морфологию структур, значительно полнее читать историю развития регионов разного типа. На основе синтеза тектонических материалов на этой карте Т. Н. Спижарский впоследствии предложил более совершенные классификации тектонических временных и региональных подразделений, а также сформулировал некоторые общие выводы о развитии земной коры в целом и ее частей [76].

В описываемый период продолжается составление региональных тектонических карт; начало этому было положено в предыдущий период Н. П. Херасковым. В развитие его взглядов нами разработаны основы тектонического районирования и составления региональных карт для сложных складчатых областей, что можно показать на примере Памира [17]. К статье [17] приложена схематизированная карта Памира; в более совершенном виде, выполненная в цвете, она помещена в монографии [10]. Для подобных карт была предложена следующая классификация региональных подразделений складчатых областей: складчатый пояс, система, зона, подзона; дано их определение. В качестве возрастных тектонических единиц приняты структурно-формационные комплексы, ярусы и подъярусы.

Рассмотрение самых общих особенностей развития геосинклиналей привело нас к выводу, что районирование внутри складчатых поясов и систем, необходимое при составлении региональных тектонических карт, недостаточно основываться на возрасте складчатости, т. е. на том принципе, который успешно применялся при создании мелкомасштабных карт и схем. Действительно, различие даже в детальности мелкомасштабных и региональных карт предполагает и различие в размерах региональных подразделений. Региональные карты вследствие возможности изобразить на них множество важных деталей должны показывать региональные тектонические подразделения разных порядков, в том числе относительно мелкие структуры. Кроме того, поскольку естественные тектонические районы разного масштаба порождаются явлениями разного порядка, выделение неодинаковых тектонических единиц должно основываться на разных признаках *.

Структурная нагрузка карты Памира включает контуры ярусов, изолинии по различным поверхностям возрастных подразделений, оси складок разного порядка и формы, разломы, разные по масштабу, типу и возрасту, формации и магматические тела. В схеме истории тектонического развития показаны склад-

* Подробнее эти вопросы рассмотрены в главе IV.

чные зоны, подзоны, изменение тектонических режимов и магматизм от докембра до четвертичного периода. Наряду с орогенным режимом, охватившим Памир с олигоцена, для смежной Памиро-Алайской зоны показан тафрогенный режим.

В эти же годы методику составления тектонических карт складчатых областей разрабатывает М. М. Кухтиков [49]. Ряд его предложений, касающихся передачи на карте истории геологического развития, вполне согласуется с нашей методикой, реализованной на карте Памира.

Метод составления тектонической региональной карты для относительно просто построенной территории Устюрта предложил Д. А. Туголесов [96]. Разработанная им методика предназначена для платформенных, платформеноидных областей, краевых и предгорных прогибов. В основу изображения тектоники положены строго доказанные факты: мощность пород, их геологический возраст и условия залегания. Изображение структурных форм и этапов их развития на карте подчинено стратиграфическому разрезу. Д. А. Туголесов не делает попытки оценить качественную значимость тех или иных возрастных рубежей либо выделить естественные возрастные тектонические подразделения и показать их градацию. Для его методики характерен строго объективистский подход, и, как следствие этого, тектоническая карта мало отличается от геологической.

За последние 10 лет широкое распространение приобретают различные специальные, в том числе и палеотектонические, карты. Если другие специальные карты отражают ту или иную сторону тектоники земной коры в современном ее состоянии, то палеотектонические карты реконструируют тектонику прошлых эпох. Из специальных тектонических карт все более заметную роль кроме палеотектонических играют карты неотектоники, глубинного строения, разломной тектоники. Меньше распространены карты мощностей, структуры интрузивных массивов, сейсмотектоники, типов складчатостей, проявления эпох и фаз складчатостей, трещиноватости, палинспастовые и др. Нет необходимости останавливаться на описании всех разновидностей специальных карт, отметим особенности наиболее распространенных.

В 1959 г. вышла первая для всей территории СССР карта новейшей тектоники под редакцией Н. И. Николаева и С. С. Шульца [45]. Авторы отразили на ней главные особенности преимущественно вертикальных движений земной коры за неоген-четвертичное время и по амплитуде этих движений провели районирование. Для любой точки поверхности по изолиниям можно определить суммарный эффект вертикальных движений. Условные обозначения включают также изображения многих более мелких неотектонических форм. Амплитуда опусканий определена методом мощностей осадков, амплитуда поднятий — по размаху рельефа и другим геолого-геоморфологическим

признакам. Разработанные Н. И. Николаевым и С. С. Шульцем методы вошли в практику составления других региональных карт.

Карты глубинного строения показывают, как изменяются по площади и на глубину мощность, предполагаемый состав земной коры или положение более глубоких подкоровых сфер. Часто эти карты отражают рельеф фундамента платформ, складчатых областей, поверхностей, разграничающих структурно-формационные ярусы, а также разломы разного масштаба и генезиса, современную сейсмичность и вулканизм. Принципы составления карт этого типа могут сильно различаться, однако основой для всех являются геофизические измерения. Примером может служить схематическая карта астеносферного слоя территории СССР Н. А. Беляевского [24, с. 222].

Большое внимание в описываемый период уделяется разработке принципов изображения палеотектоники. В 1961 г. опубликован атлас литолого-палеогеографических карт Русской платформы и ее геосинклинального обрамления в масштабе 1 : 5 000 000, в который вошли и одни из первых палеотектонических карт, составленных для определенных геохронологических интервалов [7]. В качестве региональных тектонических подразделений на этих картах выделены области поднятия (интенсивного, слабого и весьма слабого) и области прогибания (платформенного и геосинклинального). Амплитуды прогибания в любой точке установлены по суммарной мощности стратиграфического разреза того интервала, для которого составлена карта. В областях прогибания и поднятия подписями указаны региональные структуры, существовавшие в данный временной интервал: щиты, антеклизы, синеклизы, геосинклинальные прогибы и др. Генезис региональных тектонических подразделений подчеркнут нанесением формационного края и показом интрузий.

В 1968 г. вышли из печати составленные по той же методике палеотектонические карты СССР в масштабе 1 : 7 500 000 [8]. Основное внимание на них удалено тектоническому районированию и формациям. Показано шесть типов регионов: геосинклинальные системы, срединные массивы и парагеосинклинали, эпигеосинклинальные орогенные системы, платформы, эпиплатформенные орогенные области и области режима, переходного от орогенного к платформенному. Более мелкие тектонические подразделения изображены цветом, изолиниями или подписями. Дополнительно выделены океанические впадины и тектонические регионы на площади современных морей.

Палеотектоническими картами и схемами часто сопровождаются региональные сводные работы. Так, еще в 1963 г. в монографии автора было помещено 13 палеотектонических схематических карт Памира, составленных примерно в масштабе 1 : 5 000 000 [10]. Одни из них отражают тектоническую ситуа-

цию, существовавшую в течение отдельных этапов, другие иллюстрируют тектонику Памира к концу того или иного периода или этапа. За период принят промежуток времени, в течение которого господствовал один из главных типов тектонического режима (например, геосинклинальный); этап является частью периода. На описываемых картах проведено районирование, показаны палеоструктуры.

Заканчивая обзор развития тектонической картографии, необходимо назвать карты, авторы которых сделали попытку отразить тектонику акваторий океанов и морей. Изданы карта полярных областей Земли в масштабе 1 : 10 000 000 под редакцией Б. Х. Егиазарова [84], тектоническая карта Тихоокеанского сегмента Земли в масштабе 1 : 10 000 000 под редакцией Ю. М. Пущаровского и Г. Б. Удинцева [91], тектоническая карта Евразии под редакцией А. Л. Яншина [78] и тектонический глобус Земли с небольшой объяснительной запиской К. Цейзинга (ГДР) [103]. Общим для перечисленных работ является подход к изображению тектоники окраин материков вплоть до подножий континентальных склонов, куда продолжены тектонические структуры континентов. Тектоника остальной площади акваторий изображена сугубо схематично. Ограниченные данные по геологии океанов позволили наметить лишь наиболее крупные структурные элементы; в основе их выделения лежат историко-геологические (но преимущественно геоморфологические) характеристики. Так, на тектоническом глобусе Земли в районах с земной корой океанического типа показаны: докембрийская часть морского дна, впадины палеозойского или мезозойского происхождения, впадины кайнозойской или современной геосинклинальной системы, крупные желоба, вулканические, срединно-оceanические хребты, глыбовые поднятия дна, морское дно с чехлом осадков большой мощности, разломы, подводные вулканы, области современных землетрясений.

В связи с бурным расцветом за последние годы мобилистской концепции, в основе которой заключена гипотеза тектоники плит, были предприняты попытки составить исходя из этой гипотезы тектонические схемы и карты. Одной из первых является схема, созданная А. В. Пейве с соавторами к докладу на МГК в Канаде [118]. Тектоника плит предполагает, в частности, полную аналогию между начальными стадиями эвгеосинклинального развития и условиями, существующими в современных океанах. Основываясь на этом, авторы схемы изобразили Евразию как область последовательного во времени и в пространстве формирования гранитной коры (см. главу IV, рис. 20).

Тектонических карт, составленных по мобилистским принципам, пока нет, но работа в этом направлении ведется. Так, А. В. Пейве и А. Л. Яншин с соавторами опубликовали главные положения, которые они считают руководящими при создании такой карты [74]. В основу положено время становления

континентальной земной коры, а внутри областей с одновозрастной корой — время формирования гранито-метаморфического слоя. Как мы видим, предложен новый принцип районирования — по возрасту гранитной коры. Принимается определенная последовательность образования континентальной земной коры, развитие которой проходит три главные стадии: океаническую, переходную, континентальную. Авторы предполагают два основных механизма формирования структуры земной коры: автохтонный (главная роль принадлежит метаморфизму и гранитизации формаций океанической и переходной стадий) и аллохтонный (тектоническое совмещение, скучивание, пород палеоокеанических структур и фрагментов древних континентальных кор). Легенда для карт нового типа пока не опубликована.

Глава II

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ КАРТОГРАФИИ

О ПРИЧИНАХ ПРОТИВОРЕЧИВОСТИ ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ

Состояние тектонической картографии взаимосвязано с уровнем теоретических основ тектоники. По мере развития теории углубляется и усложняется содержание карт, в то же время по мере совершенствования методов и техники составления сами карты оказывают влияние на дальнейшую разработку теоретических вопросов. Теория геологических основ наиболее сложных тектонических процессов, необходимая для пространственных и временных реконструкций, разработана настолько недостаточно, что геологию в ее нынешнем состоянии некоторые ученые считают полунаукой — полуискусством [106].

Теоретической основой тектонической картографии служит современная геотектоника — наука, синтезирующая материалы и выводы главных отраслей геологии, и потому ее можно рассматривать как теорию геологической науки в целом. Наиболее полному изложению тектонических представлений в отечественной литературе посвящены обобщающие работы В. В. Белоусова [21, 23], В. Е. Хаина [100], Г. Д. Ажгирея [1], Ю. А. Косягина [48]. В соответствии с основной задачей нашей книги кратко разберем теоретические проблемы геотектоники, непосредственно связанные с тектонической картографией, т. е. поддающиеся реализации на тектонических и палеотектонических картах.

Один из бесспорных выводов геотектоники заключается в признании постоянных и неравномерных изменений строения Земли во времени и в пространстве. Они обусловливают ее вертикальную и латеральную структурную неоднородность*. Главная задача тектоники и тектонической картографии заключается в выяснении хода, причин и результатов тех процессов, которые в конечном счете приводят к этим неоднородностям земной коры.

Несмотря на быстрое развитие геотектоники благодаря геологическому картированию и комплексным геофизическим исследованиям материков и океанов, а также интенсивному изучению месторождений полезных ископаемых, в этой отрасли

* Имеется в виду та часть Земли, которую относят к тектоносфере.

геологии более, чем в других ее ветвях, наряду с общепринятыми положениями существуют диаметрально противоположные выводы. Резко противоречивые суждения имеются не только по второстепенным, но и по кардинальным проблемам, составляющим теоретический базис геотектоники. Современная геотектоника считает, например, одинаково правомерными постоянство и изменчивость океанических впадин, стабильность и подвижность материков, постепенное замирание и нарастание во времени тектонической активности земной коры, существование и отсутствие планетарной цикличности тектогенеза, решающую и незначительную роль температуры и давления при метаморфизме, скатие и расширение Земли в целом и т. д.

Объясняется такой разнобой многими причинами, в том числе сложностью объекта науки, неполнотой фактической базы, недостаточным совершенством методов изучения и, наконец, методологическими ошибками. Сложность объекта геотектоники привела к тому, что до сих пор он точно не очерчен. При решении этого вопроса следует помнить, что методы науки должны соответствовать изучаемому объекту. В геотектонике это обычно не выполняется, так как тектонист распространяет свои суждения и выводы не только на земную кору, но и на более глубинные структуры планеты. В связи с этим напомним высказывание В. И. Вернадского, который писал: «В XIX в. полагали непреложным, что геологические явления могут служить основанием для суждения о всем земном шаре... Постепенно выяснилось, что все геологически изучаемые процессы захватывают только наружную часть планеты — земную кору» [31, с. 25].

Резкие расхождения среди тектонистов и происходят в значительной мере по той причине, что ключ к решению многих проблем лежит вне реального объекта современной тектоники и для его отыскания надо не только обращаться к помощи смежных наук, но и подходить к этому вопросу с иных методологических позиций, т. е. необходимо учитывать качественно иной характер глубинных процессов по сравнению с процессами, идущими в земной коре.

Известный астрофизик В. А. Амбарцумян, анализируя философские вопросы современного естествознания, писал: «Грандиозные успехи современной физики привели к соблазну считать, что новое единство естественнонаучной картины мира может быть достигнуто на основе фундаментальных законов современной физики, т. е. вся совокупность известных явлений природы — физических, химических, геологических, биологических и т. д. — может быть сведена к этим законам» [2, с. 34]. Не соглашаясь с этим, он приходит к выводу, что, имея общую физическую основу, все эти системы явлений обладают различными качествами и подчиняются разным закономерностям, при которых элементарные законы, управляющие частями этих систем, начинают играть подчиненную роль.

С таких методологических позиций геологические (тектонические), и особенно глубинные (подкоровые), системы явлений должны рассматриваться как результат естественного синтеза элементарных явлений, ведущего к рождению новых свойств, по сравнению с которыми первоначальные физико-химические свойства элементов этих систем утрачивают ведущую роль. В связи с этим тектоника имеет, по всей видимости, дело с принципиально разными процессами, идущими в коре, с одной стороны, и в глубоких зонах Земли — с другой.

У большинства естествоиспытателей теперь не вызывает сомнения тот факт, что есть несколько форм существования материи. Так, господствующей (по объему) формой является межзвездное вещество, затем следует звездное вещество; вероятно, самостоятельной формой можно считать материю внутренних частей звезд и планет, и, наконец, к очень редкой форме относится материя поверхности планет типа Земли. Для каждой из этих форм или систем существования материи характерны специфические законы движения, которые нельзя автоматически переносить с одной формы или системы на другую. Следует иметь в виду также качественное изменение природных процессов во времени; удовлетворительный учет этого фактора в какой-то мере реален пока только для самой поверхностной части сферы — земной коры.

Сделанные замечания приводят нас к выводу, что в настоящее время геотектоника не только не может без больших оговорок судить о тектонике ранних этапов существования Земли, но и не имеет достаточных оснований (методов), чтобы изучать ту форму современного движения материи, которая присуща глубоким зонам земной коры и, особенно, подкоровым областям. Объектом геотектоники, таким образом, реально может являться только та часть Земли, результаты физико-химических и механических процессов в которой тектонист может наблюдать непосредственно; эти процессы развиваются по законам движения материи, принадлежащей системе верхней сферы Земли, или тектоносферы. Вместе с тем, поскольку тектоносфера — часть единого тела, она не может быть познана без углубления в сущность формы движения материи внутренних областей Земли. Эти более широкие проблемы планетарной тектоники надо разрабатывать совместными усилиями тектонистов, астрофизиков, физиков-теоретиков, физикохимиков. Тектонисты в настоящее время должны реально представлять ограниченность своих геолого-тектонических методов.

В свете изложенного легко понять сложность создания достаточно обоснованной геотектонической гипотезы, которая одновременно удовлетворяла бы всем требованиям и могла служить теоретической основой геотектонических построений. Уже более 100 лет геотектоника в вопросах выяснения структурной неоднородности земной коры опирается на непрерывно развивающую

и обогащаемую фактами и идеями гипотезу геосинклинально-платформенного развития. Отнесенная к территории современных материков, эта гипотеза настолько подтверждена фактами, что по праву может быть названа теорией. Однако, как ни разработана теория геосинклинального развития земной коры, она не может считаться общей теорией тектогенеза, поскольку остается неясным главное начало тектогенеза — причина движений.

НЕОМОБИЛИЗМ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ

Интенсивное изучение геологическими и геофизическими методами дна океанов послужило основным толчком к оформлению за рубежом, преимущественно в трудах ученых США и Канады, новой гипотезы, получившей название «тектоники плит» — взаимодействующих пластин или блоков литосферы, уходящих корнями до астеносферы [20]. Эта гипотеза, которой в зарубежной, а последние годы и в отечественной литературе уделяется исключительное внимание, решающую роль отводит горизонтальным движениям разного масштаба и типа. Она представляет собой попытку кардинально модернизировать представления о ходе глобального тектогенеза. На основе неомобилистской гипотезы возникла обширная литература, в которой изложены многочисленные схемы и модели как частных, так и планетарных тектонических процессов.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ГИПОТЕЗЫ ТЕКТОНИКИ ПЛИТ

Гипотеза тектоники плит, как бы тот или иной исследователь к ней не относился, настолько завладела вниманием геологов и тектонистов, что при обсуждении основ теории тектонической картографии следует иметь о ней определенное суждение. Считаем необходимым поэтому кратко изложить основное содержание этой неомобилистской концепции. Кроме арсенала соображений, уже использованных ранее мобилистами в качестве фактической базы, новой гипотезой привлечены следующие данные: 1) общепланетарная система срединно-океанических хребтов, 2) наличие продольных и поперечных (трансформных) по отношению к срединно-океаническим хребтам разломов, 3) параллельные срединно-океаническим хребтам системы полосовых магнитных аномалий, 4) предполагаемое увеличение возраста магматических пород с удалением в стороны от оси срединно-океанических хребтов, 5) не древнее, чем юрский, возраст осадочных океанических отложений, покрывающих предположительно уже только магматические породы, 6) мегаблоковость земного шара до астеносферы, 7) линейно-зональное распределение сейсмопроявлений на поверхности Земли, 8) структурное единство отдельных блоков Земли, охватывающих как части

материков, так и акватории океанов, 9) непостоянство расположения магнитных полюсов по отношению к отдельным сегментам земной коры или, наоборот, сегментов по отношению к полюсам, 10) преимущественно основной и ультраосновной состав магматических пород в акваториях океанов.

Согласно гипотезе тектоники плит вся литосфера сегментирована на пластины, плиты или мегаблоки. Число таких элементов первого порядка по разным моделям варьирует от 6 до 20 [117]; мощность их принимается равной 40—100 км (рис. 12). Плиты подвержены горизонтальным перемещениям со скоростью до 6 см/год. Они скользят по более нагретому и менее жесткому веществу верхней мантии. Границы плит не следуют очертаниям материков: в их пределы входят части как океанов, так и континентов. Тектоническая активность сосредоточена вдоль границ плит, по ним трассируются системы сейсмических поясов. Взаимодействию движущихся плит придается решающая роль в планетарном тектоническом процессе: именно их взаимодействием определяются основные морфологические элементы Земли (расположение континентов, образование горных сооружений, особенности геосинклинального процесса, магматизм и метаморфизм).

Важное значение в новой гипотезе имеет трактовка процессов, идущих в краевых зонах плит. Существует три типа таких зон: 1) дивергентный, где при расплывании двух плит создается новая, только океаническая кора в результате латерального прироста литосферы, 2) конвергентный, где происходит сближение, столкновение плит, общее сокращение площади коры и уничтожение океанической коры (полное или частичное) в океанических желобах (зонах Беньофа) в результате надвигания одной плиты на другую, идет наращивание континентальной коры, 3) трансформный, где плиты перемещаются параллельно друг другу и существенных изменений не претерпевают.

Дивергентный тип развития плит сопровождается растиранием пластин вдоль протяженных зон, совпадающих в современной структуре с рифтами срединно-оceanических хребтов и рифтами внутри материков. Вдоль этих зон вещество, поднимающееся из мантии, заполняет освобождающееся пространство и частично растекается по сторонам. Последовательный процесс растяжения плит сопровождается поступлением новых порций мантийного вещества, за счет которого формируется новая кора (оceanическая).

Эту картину неомобилисты обосновывают прежде всего сейсмологически. Анализ землетрясений, связанных с рифтовыми зонами, показывает, что напряжения сжатия и растяжения характеризуются почти горизонтальной ориентацией примерно поперек рифтов. Магнитометрические данные, по мнению авторов гипотезы, свидетельствуют о сложно расщепленном параллельно рифтовым зонам полосовом магнитном поле акваторий

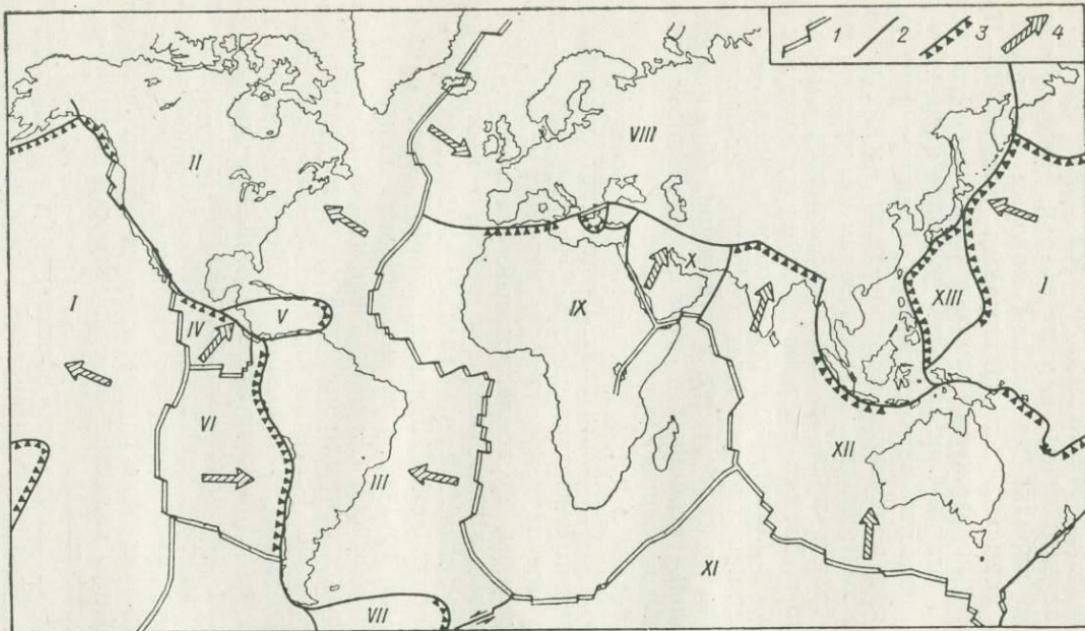


Рис. 12. Схема расположения плит земной коры [112а].

Границы: 1 — активные, 2 — неактивные, 3 — столкновения (разрушения) плит; 4 — направление относительного перемещения плит.

Плиты: I — Тихоокеанская, II — Североамериканская, III — Южноамериканская, IV — Кокос, V — Карибская, VI — Наска, VII — Скоша, VIII — Евразийская, IX — Африканская, X — Арабская, XI — Антарктическая, XII — Индо-Австралийская, XIII — Филиппинская.

океанов, которое сопоставляется с теоретически рассчитанным полем для магнитовозмущающих тел, основная часть которых находится у поверхности дна и представляет собой, по-видимому, базальты. При корреляции магнитных аномалий, расположенных по разные стороны от зоны дивергенции, придают большое значение закономерному чередованию прямо и обратно намагниченных полос. По мнению авторов гипотезы, они отвечают эпохам инверсии магнитного поля Земли за последние 8 млн. лет, что первоначально было установлено на континентах. Гипотеза использует еще окончательно не доказанное положение о постепенном удревнении магнитовозмущающих пород с удалением в стороны от рифтов. Данные непрерывного сейсмического профилирования говорят о незначительном увеличении в этих же направлениях мощности осадков.

Методы глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) показали, что дно океанических рифтов подстилается (под покровом осадков) породами со скоростями распространения сейсмических волн 7—7,5 км/с, т. е. эти породы более плотные, чем обычные базальты. Считают, что они имеют подкоровое (мантийное) происхождение, но разуплотнены по сравнению с более глубинными породами, которые удалось установить еще ниже под дном рифтов, где сейсмические скорости достигают 9—10 км/с. Об относительном разуплотнении вещества верхней мантии до 2,9—3,0 г/см³ под рифтами (в слое мощностью 12—14 км) косвенно говорят и гравиметрические исследования: к осевым частям срединно-океанических хребтов приурочены отрицательные аномалии интенсивностью до 100 мгал. Тепловой поток срединно-океанических хребтов по сравнению с преобладающим в акваториях океанов увеличен в 2—3 раза (иногда в 6—7 раз). Ограниченные петрологические данные свидетельствуют, что в зонах рифтов присутствуют перидотиты, текстурные признаки которых указывают на выжимание их с больших глубин. Учитывая все особенности дивергентных зон, неомобилисты рассматривают их в качестве исходных при образовании земной коры только океанического типа. Как мы видим, такая трактовка не имеет ничего общего с современными представлениями о формировании земной коры в процессе геосинклинального развития.

Конвергентный тип контакта плит рисуется неотектонистами в так называемых зонах Беньофа — районах глубоководных желобов. Здесь происходит столкновение плит, причем более тяжелая из них поддвигается под более легкую, изгибается и погружается в зоне желоба. На некоторой глубине она разрушается и даже полностью исчезает в нагретых породах мантии. Механизм погружения, по мнению неомобилистов, подтверждается гипоцентрами глубокофокусных землетрясений, располагающимися по двум наклонным поверхностям, предположительно ограничивающим изгибающуюся пластину литосферы.

При погружении пластины под желоб и далее до островной дуги в ней идет перекристаллизация магматических и осадочных пород при относительно низких температуре и давлении, что ведет к развитию глаукофановой и зеленосланцевой ступени метаморфизма. При дальнейшем продвижении — под островной дугой — метаморфизм достигает амфиболитовой стадии. Так возникают метаморфическая зональность и парные метаморфические пояса, которые мы видим потом на поверхности (!?).

Часть материала пластины достигает мантии, при этом океанический базальт может превратиться в эклогит; более легкие осадочные породы частично «соскребаются» с пластины в процессе поддвигания (всасывания) и остаются в верхних зонах, претерпевая метаморфизм. Это обуславливает возникновение зоны меланжа и псевдостратиграфического разреза офиолитовых комплексов. На основе дивергентного и конвергентного типов взаимоотношения плит новая гипотеза, по мнению ее авторов, объясняет этапы развития океанических впадин, формирование складчатых систем и горных сооружений. Так, И. Вильсон считает [121], что новая гипотеза вносит в наши геологические представления такие же резкие изменения, какие произошли при переходе от концепции Птолемея к концепции Коперника.

Принятие дрифта плит литосферы, который существовал в течение длительного времени, привело И. Вильсона к предположению, что бассейны океанов проходят жизненный цикл, важными составляющими которого являются горообразование и тектоника в широком смысле. Он наметил шесть стадий этого цикла, сопроводив их ссылками как на нео-, так и на палеоструктуры: 1) эмбриональная (Восточно-Африканские рифты); 2) молодая (Красное море, Аденский залив, Норвежское море, Баффинов залив); 3) зрелая (Атлантический, Индийский океаны); 4) упадка или старения (Тихий океан); 5) закрывания (Средиземноморье, Черное, Каспийское моря); 6) рубцовая (линия Инда в Гималаях, край Кaledонского надвига в Скандинавии, Урал). Первые три стадии отвечают, очевидно, дивергентному типу взаимоотношения плит, остальные — конвергентному.

При обсуждении вопроса о формировании складчатых сооружений, возникновение которых до сих пор связывалось с геосинклиналями, неомобилисты считают необходимым существенно модифицировать старые, консервативные, по их мнению, положения. К таким относятся почти общепринятые идеи о том, что развитые на континентах морские осадки были отложены в относительно мелководных бассейнах и что складчатые сооружения образовались на месте прежних прогибов путем поднятия и смятия существовавшего здесь комплекса отложений. Новая гипотеза стремится доказать, что формирование складчатых сооружений происходит на границах плит вблизи континентов

двумя путями: 1) в результате уничтожения части пластины в желобах, когда преобладают термальные процессы, вызывающие одновременно поднятие вещества мантии и сложные метаморфические явления (тип Кордильер); 2) при столкновении двух континентов или континента с островной дугой; в этих случаях слишком легкие континентальные породы не могут опуститься в мантию, начинают преобладать механические процессы, приводящие к образованию горных сооружений типа Гималаев и Альп. Неомобилисты придерживаются мнения, что большая часть материала горных поясов сформировалась не на месте их современного развития (в результате погружения, осадконакопления, складкообразования и поднятия), а была доставлена сюда в результате взаимодействия плит.

В участках конвергентного смыкания плит, где происходит их разрушение, сосредоточиваются наиболее интенсивные процессы тектогенеза и орогении. В совмещенных (иногда разобщенных) «петротектонических» комплексах на прежние океаны указывают подчас лишь офиолитовые пояса, а на древние островные дуги — соответствующие породы и батолиты. Итак, по мнению неомобилистов, океаны непостоянны, они периодически возникали и исчезали в связи с расплаззанием и сближением плит; океаны — это области, все главные элементы тектогенеза которых до сих пор приписывались геосинклиналям.

Трансформный тип взаимоотношения плит сопровождается их относительным горизонтальным перемещением. Зоны таких контактов отличаются сейсмоактивностью, наличием дизъюнктивных дислокаций и развитием оперяющих локальных структур.

За последние несколько лет изложенная гипотеза обросла изменениями и дополнениями, имеющими своей целью придать ей стройность, уменьшить противоречивость, объяснить неясности, возникающие особенно резко при ее приложении к развитию конкретных районов. Стремление к дальнейшей разработке, усовершенствованию и углублению частично вызваны справедливой критикой, с которой выступили многие геологи как в зарубежной, так и в отечественной печати. Параллельно с критикой в этих выступлениях можно видеть желание найти рациональное зерно и обосновать существование обеих гипотез: тектоники плит и геосинклинально-платформенной. Подобная тенденция отчетливо проявилась еще на XXIV сессии МГК в Канаде (1972 г.), где половина докладов секции тектоники в той или иной мере затрагивала вопросы тектоники плит [114, 115]. Кратко остановимся на тех из докладов, в которых содержатся теоретические соображения и которые отражают мнение мировой геологической общественности.

Представляет интерес доклад Р. Мартина (Канада) «60 лет глобальной тектоники: за и против некоторых современных концепций». Он (как, впрочем, и многие другие ученые) рассматривает начало глобальной тектоники с идеей А. Вегенера,

получивших «новое глобальное» оформление примерно в конце 60-х годов. Не отрицая ряда достижений тектоники плит (например, данных магнитометрии в доказательстве расширения океанического dna), Р. Мартин считает все же новую концепцию в том виде, в каком она существует сейчас, не конструктивной, а скорее ограниченной в своих возможностях объективно трактовать многие сложные геологические явления. Он выступает против чрезмерного увлечения «оceanическими моментами», пытается «восстановить баланс» между океаническим и континентальным аспектами проблемы. Р. Мартин вносит дополнения в понимание океанических рифтовых зон, которые, по его мнению, имеют не линейный, а полигональный характер. Предполагается, что конвекционные ячейки под литосферой меняют свое положение в пространстве и во времени (но не древнее юры). Крупнейшие континентальные плиты разбиваются рифтами на субплиты, которые в ходе геологической эволюции могут быть «потоплены» в океанических плитах. В Атлантическом океане, например, существует ряд «потонувших» субплит континентального происхождения (плато Рокэлл и Воринг, Лабрадорская субплита и др.). Р. Мартин приводит классификацию плит литосферы. Он выделяет несколько типов плит, или блоков, которые укладываются в три группы.

I. Тихоокеанская океаническая плита.

II. Блоки, ограниченные рифтами или другими глубокими разломами: 1) главные континентальные плиты; 2) субплиты (плиты меньших размеров); 3) «потонувшие» континентальные участки; 4) малые реликтовые участки коры на Срединно-Атлантическом хребте.

III. Блоки, окруженные складчатыми горными цепями или островными дугами: 1) средиземноморские внутригорные бассейны; 2) внутриконтинентальные бассейны; 3) моря, заключенные между западно-тихоокеанскими островными дугами.

Автор приходит к выводу о существовании трех крупнейших плит (суперплит) с корнями в нижней мантии: Тихоокеанской, Лавразийской (праконтинент Лавразия) и Гондванской.

В механизм образования полигональной системы трещиноватости литосферы Р. Мартин вносит свои поправки. Являясь сторонником конвекционной гипотезы, он предполагает, что многоячеистая конвекционная система в астеносфере и (или) в верхней мантии приводит далее к образованию полигональной сети трещин (расколов) — зон расширения океанического dna — и меньших по масштабу рифтов уже в вышележащей литосфере. Подобная система нескольких оболочек, разделенных, но взаимодействующих между собой, сравнима с расслоенностью атмосферы. В качестве дополнительной силы выступает полуобособленность верхней оболочки от нижней, что облегчает, в частности, объяснение так называемого западного, или вегетеровского, дрейфа.

Р. Мартин делает попытку обосновать выявленную геосинклинальной теорией цикличность крупнейших геологических процессов механизмом образования и перемещения литосферных плит. Он высказывает предположение, что цикл фаз складчатости, равный 200 млн. лет, может быть связан с периодической инверсией неглубоких конвекционных потоков. Поднимающиеся под континентами конвекционные потоки в ослабленных зонах могут привести к расколу континентов и к их дальнейшему дрейфу. Со временем происходит выравнивание термального дифференциала, с которого начинался конвекционный поток. Последующие потоки поднимаются уже под новообразованными континентами, вызывая изменение направления их дрейфа, и может получиться, что на месте рифта в новом цикле складчатости возникают геосинклинали и орогенические пояса.

Таким образом, не будучи твердым приверженцем концепции тектоники плит, Р. Мартин стремится наиболее объективно найти в ней разумные моменты для объяснения геологических явлений и сочетать их с представлениями геосинклинальной теории.

Среди зарубежных тектонистов распространена гипотеза геофизика Д. Моргана о так называемых «горячих струях» и «горячих пятнах». Конвективные струи сильно разогретого вещества, поднимаясь из нижней мантии и достигая верхней мантии, давят на дно литосферных плит и вызывают их перемещение. Эти пятна занимают фиксированное положение по отношению к мантии, что дает возможность количественно оценить перемещение плит.

Аналогичную задачу рассмотрел А. Смит. Движения плит в мезо-кайнозойское время рассчитываются, по его мнению, достаточно просто исходя из следующих положений: две (или три) плиты перемещаются относительно единого стационарного центра вдоль трансформных разломов, движение происходит по сферической поверхности. По расположению границ плит и полюса вращения и по скорости расхождения плит определяется угловая скорость (ее вектор) в местах смыкания двух-трех плит. Так решается прямая задача. Если решить обратную задачу, т. е. по известной угловой скорости плит найти полюс вращения и скорость расхождения плит, то можно восстановить историю перемещения плит для определенного отрезка времени (при условии, что для него известно положение континентов и островных дуг). Но с домезозойского времени остались лишь «обрывки» океанической коры, трансформных разломов и других реперов, поэтому проследить древние движения континентов и расширение океанов возможно, по мнению А. Смита, лишь в самом общем виде.

Известные американские ученые Д. Холден и Р. Дитц попытались обосновать движение плит начиная с палеозоя. На представленных ими двух сериях карт мира в проекции Айтоффа

показаны перемещения континентов и океанических плит. Первая серия карт с центром проекции вблизи центра Пангеи (0° широты и 20° восточной долготы) демонстрирует положение континентов в пространстве и времени; показано также размещение Атлантического и Индийского океанов, открывавшихся в среднем палеозое и в конце перми и триаса. Вторая серия карт с центром в середине Тихого океана показывает стадии закрытия океана начиная с юрского периода. Земля рассматривается этими авторами в соответствии с концепцией тектоники плит как закрытая система. На карты нанесены фиксированные горячие пятна, по которым и были установлены абсолютные движения пластин.

После среднего палеозоя все континентальные массы были соединены в два материка: Лавразийский и Гондванский. Эти суперконтиненты, столкнувшись в конце палеозойской эры в районе ныне угасшей зоны субдукции в палео-Атлантическом океане, образовали единую сушу — Пангею. Сокращение (закрытие) океана вдоль восточного побережья Северной Америки и вдоль Западной Африки вызвало соответственно образование Аппалачских гор и складчатых сооружений мавританий. В позднем триасе Лавразия и Гондвана разделились почти по тому же шву, а позднее были сами расколоты на более мелкие плиты. В результате образовались все рифтовые океаны (Атлантический, Австрало-Антарктический и западная часть Индийского). Восточно-Индийский океан представляет собой комбинацию рифт-желобового бассейна, отвечающего первичному пра-заливу в Пангее (Тетис). Тихий океан является полностью троговым бассейном, окруженным зонами субдукции; со временем он испытывал сокращение.

Теоретической направленностью выделяется работа известного французского тектониста М. Гогеля «Роль континентальной тектоники при разработке теории глобальной тектоники». Подчеркивая невозможность создания такой теории без знания эволюции океанических пространств, М. Гогель говорит о необходимости более углубленного изучения тектонического развития и континентальных площадей. По его представлениям, плиты лишь в первом приближении можно рассматривать как совершенно жесткие. В их пределах тоже происходят деформации, хотя и не столь сильные, как в краевых частях литосферных плит, но закономерно связанные с этими «пограничными» деформациями. Для выявления подобных связей важно определить относительные смещения плит. При малом числе плит такие смещения можно найти и выяснить ход деформации во времени. Трудности возникают при корреляции геологических и тектонических процессов, протекающих по краям крупных плит и плит меньшего порядка; для последних характерна своя хронология событий, тоже управляемая их перемещениями друг относительно друга. Деформация по краям плит разного по-

рядка протекает в течение длительного времени и включает в себя «моменты» параксизма, которые наступают не синхронно.

В пределах континентальных областей (платформ), так же как и в пределах океанических пространств, выделяются зоны растяжения и сжатия. К первым можно, по-видимому, отнести зоны опускания — участки очень медленного растяжения фундамента, где происходит накопление осадков значительной мощности; ко вторым — участки коры, где осадконакопления нет или отложения были смыты. В подтверждение существования подобных зон растяжения и сжатия М. Гогель приводит факт наличия тектонических трещин (диаклазов) довольно постоянных направлений, развитых в нескладчатом осадочном чехле; это, по его мнению, может указывать на слабую, но постоянную деформацию всего «объема платформы».

Рассматривая вопрос локализации геосинклиналей, М. Гогель отмечает, что нельзя, как это делают сторонники тектоники плит, отождествлять местоположение геосинклинальных областей лишь с районами современных желобов и островных дуг, т. е. с краями плит. Геосинклинальные осадки прошлого, как показывает анализ геологических данных, могли отлагаться не только по краям крупных блоков, но и в пределах самих блоков, когда эти блоки были еще практически жесткими. По мнению М. Гогеля, в пределах континентальной коры в особых зонах (типа альпийской и гималайской) идет процесс «уничтожения» («исчезновения») коры, но механизм этого процесса носит совсем иной характер, отличный от присущего зонам Беньофа.

В целом объяснение механизма уничтожения коры представляется сейчас одним из узловых и наиболее дискуссионных моментов тектоники плит. Неизбежность уничтожения коры вытекает из предположения о сохранении размеров Земли приблизительно постоянными. Погружение вязкой океанической коры в значительно менее вязкую астеносферу может иметь место лишь при условии, что вещество в литосфере плотнее, чем в астеносфере. Возможно, происходит «утяжеление» литосферы в результате фазовых минеральных переходов. Но тектоника плит еще не дает удовлетворительного объяснения процессу субдукции. Многие исследователи отмечают, что гораздо чаще встречаются явления обдукции — не погружения океанической коры в зонах Беньофа, а наоборот, ее надвигания на континентальную кору.

Трудности в интерпретации механизма обдукции и субдукции привели неотектонистов к необходимости выделить особый тип зоны субдукции — так называемые зоны-перевертыши, меняющие в процессе развития направление своего падения к континенту или к океану. Существуют и другие варианты объяснения механизма уничтожения океанической коры. Так, полагают, что образование подобных зон может быть связано с разными скоростями движения плит. По мере того как зона

субдукции перемещается в сторону океана, смежная с ней плита движется согласно перемещениям зоны; при этом, если скорость океанической плиты выше, чем скорость ретроградного движения погружающейся ее части, то плита натолкнется на «флишевый клин» и здесь образуется зона обдукии, т. е. надвиг океанической коры и мантии.

Представляет интерес проблема связи метаморфизма и деформаций в свете идей тектоники плит. Согласно существующим представлениям плейттектонистов, в современных областях островных дуг и сопряженных с ними желобов, т. е. на границах плит, где идут процессы субдукции и обдукии, создаются своеобразные условия давления и температуры, способствующие образованию так называемых парных метаморфических поясов. Морские осадки и вулканиты в районе желоба метаморфизуются при высоких давлениях и низких температурах в фацию глаукофановых сланцев; вулкано-плутонические орогены островных дуг, построенные лавами и гранитоидными интрузиями, характеризуются метаморфизмом низких давлений и высоких температур. Р. Колеман (США) указывает, что перекристаллизация осадков (и вулканитов) идет почти одновременно с их накоплением. При этом ассоциирующие с глаукофановыми сланцами офиолитовые комплексы являются обычно более древними, а наблюдаемое почти повсеместно более высокое «стратиграфическое» положение офиолитовых комплексов по отношению к глаукофановым сланцам объясняется последующими тектоническими деформациями. Картируемые сейчас на поверхности такие парные метаморфические пояса, обычно параллельные один другому, прослеживающиеся на большие расстояния (до тысяч километров) и представляющие собой структуры фундамента (но не древнее палеозоя), интерпретируются плейттектонистами как глубинные сечения палеозон Беньофа. Именно так подходит к этому вопросу Д. Супп (США), рассматривая позднемезозойские парные пояса комплекса основания, развитые на Тихоокеанском побережье США и Мексики в узкой зоне протяженностью почти 3000 км.

Подводя итоги краткого обзора наиболее интересных, с нашей точки зрения, работ плейттектонистов, необходимо отметить следующие важные моменты. Почти безоговорочное принятие основных идей тектоники плит не означает отрицания геосинклинальной теории. Многие ученые развивают идеи о связи двух концепций как дополняющих друг друга. Среди тектонистов обоих направлений намечается сближение точек зрения относительно периодичности процессов тектогенеза. Точнее сказать, некоторые сторонники тектоники плит не отрицают периодичности геологических явлений и видят возможность их синхронизации, хотя многие противники тектоники плит считают невозможным выявление глобальных циклов орогенеза именно из-за хаотичного, ненаправленного развития движения пластин

литосфера. Среди неотектонистов тоже нет единого мнения по этому поводу. Так, М. Мак-Элинни (Австралия) на основании анализа палеомагнитных данных по всему миру выделяет периоды быстрых движений плит (со скоростями до 30 см/год и более) и периоды квазистатические, причем движения эти эпизодические, незакономерные.

Геологическое развитие, согласное с тектоникой плит, по мнению ряда геологов, не ограничивается мезо-кайнозойским временем, а распространяется на палеозой и даже на докембрий. В этой связи интересно отметить интерпретацию некоторых древних докембрийских структур (Гренвильский фронт и др.) как законсервированных границ палеозон Беньофа. Если принять такое истолкование, открывается очень интересная возможность выявления палеогеофизических полей, в частности палеомагнитных (?) и палеосейсмических, в зонах сохранившихся древних зон субдукции.

Гипотезу тектоники плит уже многие исследователи пытались приложить к объяснению истории развития разных районов мира. Ниже приведем подобный пример.

О КОНКРЕТНОМ ПРИЛОЖЕНИИ ГИПОТЕЗЫ ТЕКТОНИКИ ПЛИТ ДЛЯ ОБЪЯСНЕНИЯ РАЗВИТИЯ КАНАДСКИХ КОРДИЛЬЕР

На XXIV сессии МГК в Монреале (1972 г.) и во время геологической экскурсии через Кордильеры автор познакомился с конкретным приложением этой гипотезы к объяснению тектонического развития Канадских Кордильер — района, хорошо изученного и имеющего характерную позицию на краю континента. На основе краткого очерка геолого-тектонического строения юга Канадских Кордильер попытаемся обсудить новую модель эволюции этой складчатой области, выявить ее недостатки или преимущества по сравнению со схемой геосинклинального развития.

Геологическое строение Канадских Кордильер по профилю Калгари—Ванкувер

Линия пересечения Кордильер начинается у г. Калгари на западном краю Внутренней равнины и оканчивается на о. Ванкувер, составляя по маршруту около 1760 км. В эту часть Канадских Кордильер входят пять основных геолого-тектонических элементов (рис. 13) *. С востока (от Североамериканской платформы) на запад расположены: пояс Скалистых гор, Оминекский кристаллический, Внутригорный и Каскадный пояса **, плутонический комплекс Берегового хребта, Островной пояс.

Западная часть Североамериканской платформы характеризуется развитием относительно ненарушенных фанерозойских отложений, лежащих на докембрийском кристаллическом основании, полого погружающемся (38 м на

* При описании использованы термины местных геологов.

** В статье Дж. Монгера и др. [116] тектоническая зональность упрощена.

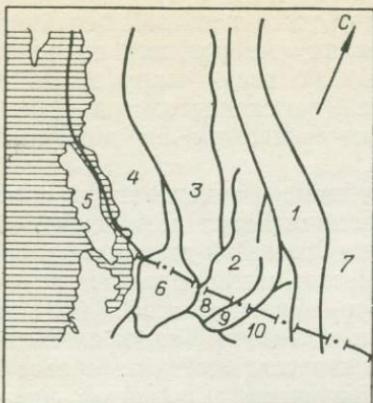


Рис. 13. Главные структурные элементы Канадских Кордильер [113].

Пояса: 1 — Скалистых гор, 2 — Оминекский кристаллический, 3 — Внутригорный, 4 — Берговой, 5 — Островной, 6 — Каскадных гор; 7 — платформа; 8 — метаморфический комплекс Шусвап; 9 — зона (дуга) Кутеней; 10 — антиклиниорий Перселя.

1 км) на запад. Верхи осадочного чехла сложены горизонтально залегающими или полого наклоненными песчаниками и сланцами позднемезозойского и третичного времени, поверхность которых воздымается у Калгари до отметки 1070 м.

Кордильеры делятся на Восточную, Внутреннюю и Западную системы. Восточная система включает пояс Скалистых гор, в котором различают: предгорья, передовую, главную и западную цепи, общая ширина которых составляет около 130—140 км.

Холмистые гряды предгорий над кристаллическим основанием сложены примерно 3-километровой толщай, нижняя (меньшая) часть которой представлена преимущественно карбонатными отложениями верхнего девона и карбона, а верхняя — терригенными образованиями мела и палеоцена. Все породы нарушены взбросами, надвигами с запада на восток и сопровождающими их складками. По геофизическим данным многочисленные крутые взбросы сливаются на глубине в пологие поверхности надвигов, не затрагивающих кристаллическое докембрийское основание, с которого осадочные породы в тыльной части предгорий сорваны. К зоне предгорий приурочены все месторождения нефти и газа.

Восточной границей передовой цепи служат надвиги Мак-Коннел и Левис. Передовая цепь отличается от предгорий участием в чешуйчатом строении пород не только мезо-кайнозоя и палеозоя, но и верхнего докембра, относящегося к серии Вандермер (600—800 млн. лет). Подзона построена тектоническими пластинами известняков верхнего девона и карбона, терригенных мезо-кайнозойских отложений и доломитов протерозоя. У перевала Крауснест обнажаются единственные в этом районе, по-видимому, приразломные, щелочные эфузивы (трахиты и фонолиты) мела. Большую протяженность по простирианию имеет угленосная формация Кутеней юрско-раннемелового возраста. Он предгорий к передовой цепи и внутри ее возрастает мощность и полнота разреза, особенно мезозоя, в низах которого появляются юрские и триасовые терригенные отложения, но генезис формаций принципиально не изменяется. Около Ферни чешуйчатое строение зоны еще более усложняется. Наряду с многочисленными разломами в передовой цепи присутствуют открытые, иногда довольно простые широкие складки, в строении которых участуют породы протерозоя, кембра, девона, карбона и пермо-триаса.

Главная и западная цепи Скалистых гор расположены севернее и по описываемому профилю не наблюдаются. Они отличаются от рассмотренных подзон замещением к западу карбонатных фаций палеозоя терригенными.

В целом структура Скалистых гор представляет собой сильно усложненную взбросами и надвигами чешуйчатую моноклиналь. Ее возникновение нельзя объяснить только гравитационными перемещениями, следует привлечь

давление с запада, так как пластины перемещались не только с запада на восток, но и снизу вверх. Горизонтальные перемещения в главной цепи составляют 35—45 км, а общее сокращение ширины — около 50%.

Внутренняя система Кордильер включает Ров Скалистых гор, горы Колумбии* и Внутреннее плато.

Ров Скалистых гор представляет собой цепь субмеридиональных долин, прослеживаемую по простиранию более чем на 1600 км, по ширине на 10—15 км. Вдоль восточной границы Рва обнажаются преимущественно среднепротерозойские кварциты и аргиллиты серии Перселя, пересеченные продольными и поперечными надвигами и взбросами. В ряде мест на породах протерозоя с незначительным угловым несогласием залегают относительно мало мощные карбонатные и терригенные отложения палеозоя, причем в одних разрезах они представлены породами кембрия, ордовика, силура и девона, в других — только верхнего девона. Оба типа разреза есть в каждом борту Рва, т. е. заметной контролирующей роли в палеозойском осадконакоплении он не играл. Вдоль западного края Рва преобладают также среднепротерозойские относительно слабоизмененные породы (фация метагенеза), представленные песчаниками, аргиллитами и доломитами, в которых видны волнно-прибойные знаки, следы подводной эрозии, оолиты и строматолиты. На широте Ферни Ров осложнен поперечным приподнятым блоком девона и карбона. На западном краю Рва в этом районе на породы среднего протерозоя со строматолитами слабо несогласно налагаются базальные слои верхнего девона с отпечатками панцирных рыб. По геофизическим данным днище Рва подстилается породами протерозоя, на которых лежат осадки четвертичного и третичного возраста, достигающие мощности 1100—1200 м. Дно Рва расположено несколько ниже уровня моря, а осадки палеозоя на нем отсутствуют.

Следующую подзону Внутренней системы Кордильер представляют горы Колумбии, включающие (с востока на запад) горы Перселя, Селкирк и Монаши общей шириной до 250 км, объединенные в Оминекский кристаллический пояс (рис. 14).

Горы Перселя построены преимущественно терригенными и карбонатными слабо метаморфизованными породами протерозоя и отделены от гор Селкирк узкой рифтовой структурой — Рвом, или Бороздой, Перселя. Горы Селкирк и Монаши состоят из значительно более измененных метаморфических пород протерозоя, палеозоя и мезозоя, пронизанных многочисленными гранитоидными интрузиями. Горы Перселя сложены породами серии Перселя, эквивалентной подгруппе Бельт в США. В описываемом районе разрез серии разделяется на три части: нижняя имеет флишоидный облик, сложена ритмично чередующимися граувакками, песчаниками, аргиллитами; средняя построена более грубозернистыми терригенными отложениями; верхняя состоит из глинистых и глинисто-карбонатных пород, включающих колонии строматолитов и рифы.

Нижняя часть — формация Олдридж, благодаря ритмичности, тонкой извилистой и косой слоистости, наличию турбидитов, рассматривается в качестве глубоководной. Общая мощность ее до 5000 м. Породы этих формаций слабо метаморфизованы, собраны в широкие простые складки меридионального простирания, образующие в целом антиклинарий, прорваны небольшими интрузиями диоритов и габбро, представляющих собой эквиваленты базальтов верхней формации Китченер. Складки протерозоя пересечены разрывами северо-восточного простирания, по которым произошли взбросы и надвиги, в отдельных случаях большой амплитуды. Распространение формаций наблюдается на западе до г. Крестон; через этот район тянется на 400 км Ров Перселя. Слабо измененные породы протерозоя на его восточной стороне сменяются западнее Рва очень сложно деформированными и сильно метаморфизованными образованиями так называемого комплекса Шусвал. Западнее

* Ров Скалистых гор и горы Колумбии соответствуют Оминекскому кристаллическому поясу.

Береговой пояс

Пояс Каскадных гор

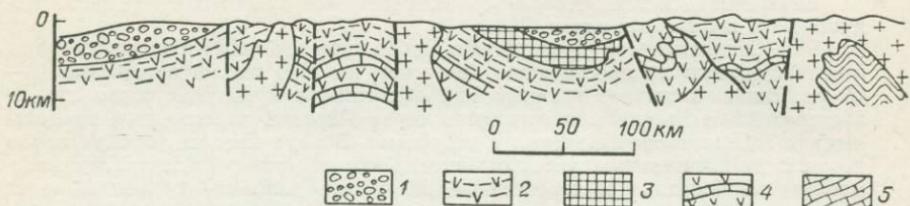


Рис. 14. Схематический разрез

Отложения: 1 — третичные осадочные, 2 — мезозойские осадочные и вулканогенные, 3 — осадочные, 4 — протерозойские осадочные; 5 — высокометаморфизованные породы; 6 — мезо-
и старые.

Рва Перселл и до Каскадных гор преобладают третичные блоки всех масштабов и весьма разного строения.

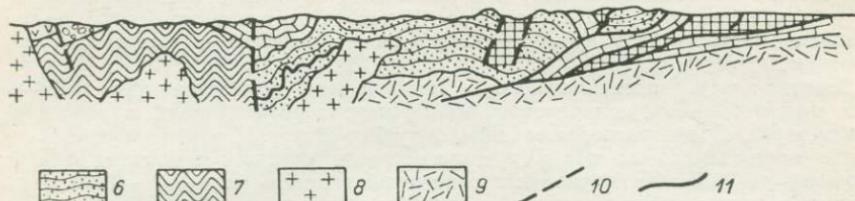
Подзона Селкирк, имея складчатую структуру, осложненную разрывами, в целом не ограничена сколько-нибудь заметными дизъюнктивными нарушениями, ей присущи скорее постепенные переходы. Так, слои западной части относительно простого антиклинария Перселл переходят в изоклинальные складки гор Селкирк, которые в свою очередь с возрастанием метаморфизма сменяются комплексом гнейсов гор Монаши. Западнее Рва Перселл в подзоне Селкирк выходят деформированные и сильно метаморфизованные породы серии Перселл, представленные слюдяными сланцами и слюдяными кварцитами. На них резко несогласно налагаются также метаморфизованные галечно-валунные верхнепротерозойские конгломераты Тоби. Они состоят из окатанных светлых кварцитов и кварца. Этим конгломератам приписываются ледниковую природу. Выше конгломератов и других пород докембria (формация Виндермер) без видимого углового несогласия (в данном районе) лежат выдержаные по площади нижнекембрийские кварциты, слюдистые и известковистые филлиты и доломиты, а также ордовикские черные филлитовидные сланцы.

В горах Селкирк развиты породы преимущественно амфиболитовой фации метаморфизма (комплекс Шусват), возникшие как за счет пород докембria, так и более молодых, вплоть до позднепалеозойских и моложе. Выходы комплекса представляют собой широкие гнейсовые купола с пологопадающей сланцеватостью и большим разнообразием приповерхностных складок. Значительную площадь здесь же занимают гранитоиды plutona Нельсон, щелочные штоки и третичные эффузивы. Интрузия Нельсон прорывает складчатые аргиллиты, сланцы и известняки триаса, подвергшиеся термальному метаморфизму в полосе шириной до 3 км.

Восточная часть гор Монаши построена преимущественно юрскими гранитоидами батолита Нельсон, которые рассечены третичными дайками сиенитов и монцонитов. Батолит сложен порфировидными гранитами, гранодиоритами и кварцевыми монцонитами. Первая фаза этой интрузии датируется 164—170 млн. лет, а самая молодая — 45—65 млн. лет. Непосредственного контакта интрузии с гнейсами Шусват нет. Следует констатировать, что мигматиты и гнейсы по всем признакам не связаны с влиянием интрузии, так как метаморфизм в этих породах в сторону интрузии убывает.

Наиболее древними из датированных осадочных отложений здесь являются пермо-карбоновые породы, представленные переслаивающимися аргиллитами и известковистыми алевролитами. Они имеют крутое падение и подверглись kontaktовому метаморфизму. Западнее оз. Кристина, приуроченного к меридиональному разлому, располагается поднятый блок комплекса

Омбинский кристаллический пояс
Комплекс Шусвал | Зона Кутеней | Антиклиналь
Персэлл | Пояс Скалистых гор
Скалистые горы | Пред-
горья | Внутренняя
платформа



Канадских Кордильер [113].

мелозойские осадочные, 4 — палеозойские осадочные и вулканогенные, 5 — палеозойские зойские и третичные гранитоиды; 9 — кристаллическое основание; 10 — межблоковые разломы; надвиги.

Шусвал, представленный здесь различными, в том числе силлиманитовыми, гнейсами, кварцитами, мраморами, кристаллическими сланцами, амфиболитами, которые образуют относительно простую антиклиналь со взброшенным западным крылом. Антиклиналь сменяется структурами, сложенными преимущественно вулканогенными породами, возраст которых оценивается от перми до юры. Здесь отмечается угловое несогласие между верхним палеозоем и верхним триасом. Последний представлен неметаморфизованными конгломератами с гальками и валунами известняков среднего триаса.

Самая западная часть гор Монаши построена верхнепалеозойскими и мезозойскими слоями, прорванными гранитоидами. Эти породы несогласно перекрыты эоценовыми эффузивами, приуроченными к наложенной депрессии, срезанной с восточной стороны сбросом амплитудой 1800 м.

Горы Монаши сменяются Оканаганским нагорьем, где наряду с гнейсами Шусвал, образующими основание, выходят кремнистые и зеленые сланцы предположительно палеозоя и мезозоя, но особенно широко развит наложенный вулканогенный и осадочный комплекс эоцена. Местами он достигает мощности 3600 м, залегает полого и нарушен многочисленными сбросами. Среди эффузивов преобладают риолиты, андезиты и фонолиты.

Западнее нагорья протягивается очень узкая зона Внутригорного пояса, расширяющаяся несколько севернее. В долине р. Симилкамин, где начинается зона, выходят кремнистые сланцы, массивные измененные основные лавы и зеленые сланцы верхнего палеозоя — среднего триаса. Севернее обнаруживается верхний триас, сложенный в низах известняками, кремнистыми породами, туфами, аргиллитами, а в верхах — андезитами, базальтами, брекчиями и туфами. Породы прорваны юрскими гранодиоритами, по контакту с которыми располагаются скарновые месторождения сульфидов и золота.

Пояс Каскадных гор в целом состоит из гнейсов и гранитов осевого ядра, окаймленного дислоцированными, слабо метаморфизованными породами начиная с верхнепалеозойских до нижнемеловых включительно. На севере ядро расширяется и пояс Каскадных гор частично сливается с гранитами и сильно метаморфизованными породами Берегового пояса. По структурным признакам в пределах Каскадного пояса с востока на запад выделены следующие подзоны: 1) мезозойская, ограниченная от Внутригорного пояса разломом Пейсайтен; построена складками, осложненными надвигами, поверхности которых падают на запад, многочисленные сбросы направлены в противоположную сторону; 2) верхнепалеозойско-нижнемезозойская, отделенная от предыдущей разломом Хозайн; составлена кремнистыми сланцами, филлитами, зелеными сланцами и известняками, которые дислоцированы и интрудированы гранитами мелового возраста; 3) осевая, граничащая с предыдущей через узкую зону нарушений; состоит из мезозойских гнейсов и сланцев и частично из

согласных тел меловых кварцевых диоритов; эти породы несогласно перекрыты нижнетретичными конгломератами и песчаниками, накопившимися в грабенах и позже пересеченными среднетретичными грандиоритами; 4) западная, в строении которой участвуют породы верхнего палеозоя и мезозоя, претерпевшие до мела складчатость и надвигообразование с востока на запад, а в раннемеловое и раннетретичное время испытавшие вторичную деформацию. Часть гнейсов Каскадных гор условно отнесена к додевонскому основанию.

Верхняя часть геосинклинального мезозойского комплекса для всего пояса может быть охарактеризована на примере первой подзоны в районе Мэннингпарка. Здесь расположен синклиниорий, в котором общая мощность юрских и нижнемеловых пород преимущественно морского происхождения составляет до 9200 м, а молассовых отложений верхнего мела 2000—2500 м. В западной части синклиниория нижняя и частично средняя юра сложены флишоидной субформацией, в восточной части синхронные им породы включают «конгломератовый флиш» и другие мелководные терригенные и континентальные образования. Выше несогласно лежат верхнеюрские песчаники, алевролиты с линзами конгломератов, содержание которых возрастает на восток. Они трангрессивно перекрываются толщей нижнего мела мощностью до 4300 м, сходной с формацией нижней юры. Поступление материала при формировании юрско-нижнемеловых пород предполагается с востока; при формировании верхнемеловых конгломератов и аренитов снос шел с запада.

Плутонический комплекс Берегового пояса занимает полосу Канадских Кордильер шириной до 160 км, протягивающуюся от Ванкувера до Юкона. Комплекс представляет собой множество интрузий гранитоидов мезо- и эпизонального типа; это преимущественно тоналиты, возраст которых определяется от юры до эоцена, не исключается наличие доюрских и послеэоценовых разностей. Некоторые гранитоиды комплекса имеют метасоматическую природу, другие внедрялись в виде подвижных расплавов или частично раскристаллизованной смеси. Метаморфические породы пояса варьируют от сланцев до силлиманитовых гнейсов. Они представляют собой останцы перегородок между интрузиями или части кровли. Относительно более молодые породы, неметаморфизованные, например вулканогены кайнозоя, располагаются на флангах комплекса. Наиболее древние разности среди гнейсов комплекса по радиометрическим данным относятся к доюрским, вероятнее всего к докембрийским.

Крайним западным поясом Канады является Островной, включающий острова Ванкувер, Королевы Шарлотты и смежные шельфы. Этот пояс отделен от Берегового грабенообразной депрессией, образующей пролив Георгия. Грабен выполнен верхнемеловыми, третичными и плейстоценовыми обломочными породами. Остров Ванкувер представляет собой горное поднятие высотой до 2160 м, сложенное вулканическими, интрузивными и осадочными породами преимущественно позднепалеозойского и мезозойского возраста. Присутствуют также предположительно среднепалеозойские, видимо каменноугольные, отложения. По наличию разновозрастных эффузивов здесь установлено три цикла.

Первый отвечает времени формирования карбоновых отложений и среднепалеозойских эффузивов основного и среднего состава, претерпевших почти повсеместно метаморфизм стадии зеленых сланцев. Выходящие в южной части острова кристаллические сланцы, гнейсы и мигматиты также могли образоваться по этим породам или более древним — докембрийским. Второму циклу соответствуют триасовые основные эффузивы мощностью до 6000 м и раннеюрские эффузивы среднего состава до 200 м. Эти вулканогены разделены верхнетриасовыми и нижнеюрскими осадочными породами мощностью до 1500 м. Между породами первого и второго цикла местами отмечается размытый и присутствие базальных конгломератов. Второй цикл закончился складчатостью, внедрением средне-позднеюрских интрузий и дораннемеловым размывом. Третий цикл отмечен комплексом, объединяющим породы от нижнего мела до современных включительно. Он развит в южной части острова;

здесь на западе более древние отложения перекрываются нижнемеловыми, а на востоке — терригennыми верхнемеловыми. В этот же комплекс входят эоценовые базальты, подушечные лавы и интрузии габбро.

Структура Островного пояса характеризуется отчетливым блоковым строением. Складки отмечаются только вблизи разломов или интрузий. Складки мезо-кайнозоя выглядят простыми и широкими и обычно нарушены разрывами, которые секут породы верхнего мела, некоторые из них могут быть и древнее.

Эволюция Канадских Кордильер с позиции текtonики плит

Одной из новейших по этому вопросу является работа Дж. Монгера, Г. Соутера и Х. Габриэльса [116]. Предлагая новую модель развития Канадских Кордильер, полностью опирающуюся на концепцию плитной тектоники, авторы приходят к следующим главным выводам.

1. Местоположение Кордильер относительно Североамериканского кратона является результатом начавшегося в среднем протерозое рифтообразования, в процессе которого была рассечена структура раннепротерозойского кристаллического основания.

2. Природа и распространение верхнепалеозойских пород дают основание предположить, что все домезозойские породы западнее Оминекского пояса являются аллохтонными по отношению к Североамериканскому кратону.

3. Аллохтонная серия пород не была частью Азии, как предполагали Дж. Вильсон и В. Даннер; она включает элементы разного происхождения: океаническую кору неизвестной природы во Внутригорном поясе; островные дуги, содержащие фауну с североамериканскими родами, в Береговом и Островном поясах; континентальную кору в Островном поясе Юго-Восточной Аляски.

4. Возможно, что большие различия между Канадскими Кордильерами и их сегментом в США обусловлены сдвигами, аллохтонные элементы вдоль которых не испытали погружения (всасывания) вследствие относительно малой плотности пород.

Дж. Монгер и др. выделяют четыре главных этапа в развитии Кордильер: 1) протерозойский и раннепалеозойский до девона включительно, 2) позднепалеозойский и до среднего триаса, 3) позднетриасовый и до олигоцена, 4) миоценовый и до современного.

Трактовка протерозойской и раннепалеозойской истории по новой модели в главных чертах остается прежней, отличие заключается в признании существенных горизонтальных перемещений двух плит досреднепротерозойской континентальной коры. Кристаллическое основание с возрастом пород более 1600 млн. лет и протерозойские комплексы Перселл (1400—900 млн. лет) и Виндермер (800—600 млн. лет) могут быть

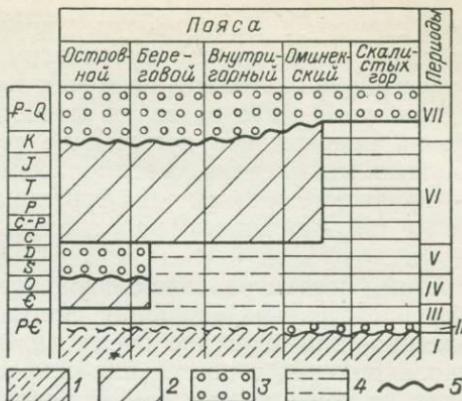
прослежены от платформы под поясом Скалистых гор и далее под Оминекским массивом по крайней мере на 80—90 км. Западнее точных данных нет. На этом же расстоянии известны и нижнепалеозойские (до девона включительно) отложения. При анализе развития на первом этапе протерозойские и нижнепалеозойские породы Восточных Кордильер интерпретируются как отложения континентального шельфа или миогеосинклинальные образования, накопившиеся вдоль западного края Североамериканского кратона на континентальной коре. Ориентировка этого края является почти нормальной к северо-восточному простианию кристаллического основания Канадского щита, откуда делается вывод, что она контролировалась осью расширения или почти меридиональным дивергентным разломом.

Новым в такой интерпретации служит представление о том, что в протерозое (перед отложением комплекса Перселл) в процессе рифтообразования произошло раздвижение древних пластин континентальной коры, из которых западная реальных следов не оставила, но ее можно предугадывать. На схемах Дж. Монгера и др. изображенная для докембрийского этапа на западе пластина океанической коры и ее продвижение после отложения комплекса Перселл под континент ничем не подтверждены; более того, в соответствии с гипотезой плит для этой конвергентной зоны должны быть характерны тектоническая активность, а следовательно, деформация пород протерозоя и проявления синхронного магматизма. Этой части новой модели противоречат почти согласные контакты кембрия и докембрия, а также постепенное увеличение мощности комплексов Перселл и Вандермер с удалением от континента к области предполагаемой океанической коры.

Для восстановления ранне-среднепалеозойской истории в новой модели привлекаются данные по Аляске, на основании которых к западу от континента предполагается существование зоны всасывания и островной дуги. В этой самой западной полосе, соответствующей теперь Островному поясу и Юго-Восточной Аляске, констатируют каледонскую складчатость, интрузивный магматизм и девонские граниты содержащие конгломераты, т. е. все признаки завершенного геосинклинального развития. По мнению авторов новой модели, признание, что эти породы образовались там, где находятся теперь, является консервативным, так как в этом случае следы каледонской орогении должны быть и в Восточных Кордильерах. Нет необходимости доказывать натянутость такого предположения. Очевидно, что в поперечном сечении Кордильер, если они образовались и без больших горизонтальных смещений, каледонская геосинклиналь могла захватывать только западный пояс и не распространяться на восток, где геосинклинальные условия сложились уже после позднего девона (рис. 15).

Рис. 15. Схема распространения в Канадских Кордильерах разных типов тектонического режима (по Б. П. Бархатову, 1974 г. [16]).

1 — миогеосинклинальный;
2 — эвгеосинклинальный; 3 — орогенический; 4 — платформеноидный; 5 — верхние пределы завершения геосинклинального развития.



Немалую роль в дальнейших построениях играет понятие об океанической коре. Ее существование связывается непосредственно с появлением в разрезе основных эффузивов. Одновременно имеется в виду возникновение океанических условий седиментации, что якобы подтверждается наличием таких пород, как кремнистые сланцы, пелиты, карбонаты. Следует отметить, что в современных океанических впадинах условия осадконакопления отличаются большим разнообразием, но преобладают области с незначительным накоплением отложений. Ни основные эффузивы (даже большой мощности), ни упомянутые осадки не являются надежными признаками океанических условий развития, так как эти породы широко известны и внутри континентов — на континентальной коре (Индия, Юго-Восточный Памир и др.).

Взяв за основу связь эффузивов с океанической корой, авторы новой модели столкнулись с необходимостью объяснить залегание «оceanической коры» на породах девона в Оминекском кристаллическом поясе. Пришлось допустить противоречащее гипотезе плит явление: наползание океанической коры на континентальную, т. е. воздымание более плотной пластины, край которой обычно опущен и всасывается под континентальную плиту.

Начиная с карбона появляются реальные данные, свидетельствующие о присутствии горных пород материковой коры западнее Оминекского пояса. Второй этап развития, охватывающий время после девона до среднего триаса включительно, изображается эпохой довольно резкой дифференциации тектонических условий. Только в Скалистых горах сохраняется обстановка шельфа, западнее — в Оминекском поясе — на океанической коре появляются островные дуги, во Внутреннем поясе возникает океаническая кора, а на значительном расстоянии западнее образуются островные дуги, соответствующие нынешним Береговому и Островному поясам. Таким образом, в совре-

менной структуре Кордильер все породы к западу от Оминекского пояса рисуются как аллохтонные, перемещенные на большие расстояния благодаря движению плит. Явным противоречием в модели этого этапа развития являются, с одной стороны, указания на непрерывное погружение территории, отсутствие интрузивного магматизма, метаморфизма, деформаций, а с другой — признание резкой дифференциации тектонического режима и трех активных параллельных зон всасывания (зон Беньофа).

Третий, позднетриасово-олигоценовый, этап развития Кордильер рисуется как эволюция системы островных дуг в позднетриасово-раннепермское время через промежуточную стадию осадконакопления в постепенно сокращающемся бассейне с переходом к континентальным кордильерам в позднемеловое и раннетретичное время. Этот этап включает существенные деформации пород, мощный интрузивный магматизм, региональный метаморфизм, что было обусловлено взаимодействием пластин океанической и континентальной коры и восточным наклоном зон Беньофа в связи с приоткрыванием Северной Атлантики в раннем мезозое и последовательным сильным движением Североамериканской плиты на запад.

Изображаемая картина тектонических условий, за исключением горизонтальных перемещений, в главных чертах не отличается от геосинклинального варианта развития. Интерес представляют соображения о больших сдвиговых движениях, которые довольно убедительно подтверждаются обнаружением на одной широте во Внутригорном поясе и Скалистых горах в породах верхнего триаса органических остатков, принадлежащих разным климатическим поясам. Противоречия, возникающие при рассмотрении этого этапа, относятся к возрасту дислокаций и магматизма. С позиций тектоники плит дислокации должны омолаживаться с востока на запад, так как прирост новой континентальной коры осуществлялся вблизи зоны Беньофа. Но факты указывают на одновозрастность деформаций и магматизма в Каскадных горах, т. е. на востоке, и в Островном поясе, т. е. на западе; в обоих случаях эти процессы проявлялись до позднего мела.

Последний, четвертый, этап (с миоценом до настоящего времени) характеризуется поднятием горных поясов и мощным излиянием оливиновых базальтов. Эоценовые и более древние вулканы интерпретируются как очаги над зоной всасывания.

Некоторые соображения об основных периодах развития юга Канадских Кордильер и их районировании

Канадские Кордильеры наследуют свое простиранье от прогиба, который заложился в среднем протерозое почти поперек северо-восточных структур древнего докембрия Канадского кра-

тона. Восточная часть, включающая Скалистые горы и Оминекский пояс, переживала в среднем протерозое (серия Перселл) миогеосинклинальный режим, закончившийся складчатостью и слабым интрузивным магматизмом. (см. рис. 15). Этот первый период развития для юга Канадских Кордильер привел к формированию единой складчатой области, пределы которой в сторону Тихого океана проблематичны. Для западных районов нет фактов, но с большой долей вероятности эту складчатую область можно распространить до Берегового plutонического комплекса, где в то же время уже сформировалась кора «континентального» типа, так как в противном случае в грандиозном теле более поздних гранитоидов Берегового комплекса должны были сохраниться реликты пород «океанической» коры или образоваться гибридные разности. Вообще внедрение в одном месте крупнейшего на земном шаре тела гранитоидов трудно приурочить к океаническим островным дугам, наличие которых предполагают там плейтектонисты для палеозоя и мезозоя, более вероятно широкое развитие гнейсов докембра.

Второй период развития, временные рамки которого находятся в промежутке между возрастом серий Перселл и Виндермер, ознаменовался орогенезом (конгломераты Тоби), площадь проявления которого не ясна, вследствие чего не установлена и зональность.

Третий период соответствует по времени позднему протерозою и характеризуется для восточной части Кордильер платформеноидным режимом; для западных районов тектонические условия этого периода не ясны.

Четвертый период, отвечающий раннему палеозою, приводит к возникновению двух поясов: в Скалистых горах и Оминекском нагорье продолжается платформеноидный режим — медленное недифференцированное прогибание, незначительные поднятия, размывы; складчатость и магматизм не проявились; в западной части региона формируется складчатый пояс. Пролить свет на раннепалеозойскую историю западных районов, особенно Островного пояса, помогает аналогия его по простиранию с Юго-Восточной Аляской, строение которой указывает на каледонскую геосинклинальную складчатость и магматизм. Судя по относительно простым складкам о. Ванкувер, под верхнепалеозойским и мезозойским геосинклинальными комплексами можно предполагать жесткое, вероятно нижнепалеозойское, складчатое основание, ограничивающее с запада современный континент. Восточный предел каледонид и их сопряжение с платформеноидным поясом пока не ясны.

В течение пятого периода продолжается существование двух поясов, из которых западный примерно в границах каледонид подвергся орогенезу, восточный наследовал платформеноидный режим.

Шестой период, начавшийся с карбона и более определенно с перми, отмечается в западной части Кордильер геосинклинальным дифференцированным прогибанием и, видимо, растяжением коры с образованием пестрого набора осадочных формаций и большого объема эфузивов. В активное развитие втягивается также западная часть Оминекского пояса, т. е. геосинклинальный режим распространяется на восток примерно до Рва Перселл; еще восточнее в этот период (до эоцена) сохраняется прежний платформеноидный режим. Геосинклинальный режим, сопровождавшийся сильной складчатостью, мощным гранитоидным магматизмом, заканчивается в начале мела и обуславливает формирование трех поясов: оформляется мезозойский складчатый пояс, восточной границей которого является Ров Перселл; между Рвом Перселл и Рвом Скалистых гор образуется краевой массив; еще восточнее протягивается платформеноидный пояс.

В седьмой, последний, период — после завершения геосинклинального развития до настоящего времени — существует орогенно-тафрогенный режим, в течение которого выделяется несколько этапов. С миоценена орогенез и складчато-разрывные дислокации распространялись на горы Перселл и Скалистые, которые в результате поднятий и давления с запада приобрели сложное чешуйчатое строение и сократили первоначальную ширину более чем в 2 раза. Третичный орогенез объединил все зоны в единую орогеническую систему Кордильер, состоящую в то же время из ряда поясов, прошедших разный путь длительного развития.

В приведенной схеме не находят места байкальская и герцинская складчатости, предполагаемые некоторыми геологами [26]. Вместе с тем в ней отчетливо видно смещение разновозрастного геосинклинального и позже орогенического режима с запада на восток, что служит еще одним серьезным аргументом, противоречащим новой модели, так как активный край материковой пластины с нарастанием коры в зоне конвергенции с океанической корой должен был отодвигаться от Североамериканского кратона в противоположном направлении, т. е. с востока на запад. Новая модель развития Кордильер, при всем своем несовершенстве, показала необходимость привлечь для объяснения формирования региона значительные горизонтальные перемещения; они возникают не только как вторичные при движении блоков, но существуют и самостоятельно. Их истинная амплитуда, смена направления во времени и особенно причины пока не выяснены. Вместе с тем ходом своего развития Канадские Кордильеры не подтверждают положений глобальной тектоники, и попытку канадских геологов создать на примере этого региона модель, действующую по схеме тектоники плит, следует признать неудачной [16].

О ГЛАВНЫХ НЕДОСТАТКАХ ГИПОТЕЗЫ ТЕКТОНИКИ ПЛИТ

К настоящему времени выявилось много противоречий, неясностей и вообще недостатков гипотезы тектоники плит, что отражено в многочисленных зарубежных и отечественных публикациях [20, 51, 105]. Однако, как бы существенны ни были критические замечания, ни одно из них не опровергает основу гипотезы — наличие полосовых разновозрастных магнитных аномалий вдоль срединно-океанических хребтов. Не имея возможности детально рассмотреть этот вопрос, считаем необходимым подчеркнуть, что данные о магнитных аномалиях, составляющие фундамент гипотезы, требуют более надежного обоснования и объяснения, которых пока нет. Весьма важно, что до сих пор не выяснена геологическая природа этих аномалий; по одним данным они генерируются дайками основных пород, по другим — покровами базальтов.

Подвергается сомнению корректность построения линейных аномалий, которым при ином подходе можно придать пятнистую конфигурацию или даже принципиально иную ориентировку. Кроме того, элемент неуверенности вызывает датировка аномалий, которая строится не на основании прямого определения радиологическими методами, а путем корреляции океанических аномалий с выявленными на континентах для пород разных возрастов. Картина усложняется наличием в аномальных графиках прямых и обратных намагничений, природа которых для геофизиков также пока не ясна. Наконец, значимость океанических аномалий как показателей спрединга с громадной амплитудой подвергается сомнению в связи с наличием аналогичных полосовых аномалий на континенте и островах континентальной окраины (Западная Сибирь, Земля Франца Иосифа), где, если растягивание земной коры имело место, то аномалии образовались почти одновременно на всей площади.

Накопление новых данных позволило подвергнуть критике гипотезу тектоники плит с разных позиций. Так, ревизуется схема глубинного строения срединно-океанических хребтов, разрез которых вкрест простирания включает осадочно-вулканогенную толщу, нарушенную и растянутую с образованием разломов в новейшее время. Эта схема несовместима с геофизической моделью, лежащей в основе новой гипотезы [65]. Результаты бурения океанического dna и полученные в связи с этим стратиграфические материалы свидетельствуют о прогрессирующем в мезозое и кайнозое углублении океанических впадин, опускании больших участков. Такой характер движения на преобладающей площади dna оставляет ограниченное пространство для процесса расширения [71]. В противоречии с гипотезой находятся новые данные о структуре осадков dna Атлантического океана, описанные В. В. Орленок [61]. Учет современных

сведений по распространению кислого магматизма в акваториях океанов, и особенно в их внутренних частях, отвергает мнение о естественной с позиций тектоники плит монофациальности магматизма океанов [50].

Гипотеза не объясняет многих положений, хорошо изученных и проверенных на примерах складчатых сооружений континентов. Здесь можно назвать процесс инверсии геосинклиналей или аналогичных областей, наличие поперечной зональности, очевидную узость геосинклиналей по сравнению с океанами, повторяемость смены знака при вертикальных движениях, существование геосинклиналей без магматизма, и особенно без основного магматизма. Гипотеза не объясняет процесса формирования континентальной коры, так как согласно гипотезе в дивергентных зонах генерируется океаническая кора, а в конвергентных зонах континентальная кора фигурирует как нечто уже существующее и разрастающееся, ее зарождение не прослеживается. По мнению многих геофизиков и физиков [105], не выдерживает критики механизм погружения пластин океанической коры в значительно более плотные глубинные сферы мантии.

На примерах многих складчатых систем (Средняя Азия) можно убедительно показать миграцию во времени и в пространстве тектонически активных поясов. Объясняя этот процесс по новой гипотезе, необходимо изображать с начала палеозоя неоднократное раскрытие и закрытие океанического бассейна. Динамика процесса в этом случае требует выявления причин реверсивных сил. Еще труднее объяснить движение Африканского континента, который по схеме глобальной тектоники должен одновременно двигаться и на запад, чтобы образовался срединный хребет в Индийском океане, и на восток, чтобы появился Срединно-Атлантический хребет. Это явление можно объяснить только с позиций сильно расширяющейся Земли [105].

В заключение следует обратить внимание на отсутствие в гипотезе чего-либо оригинального в объяснении причин тектогенеза. Она называет уже известные источники энергии, преимущественно весьма гипотетические конвекционные токи. Краткие замечания по адресу новой гипотезы показывают ее несовершенство, неприменимость к наиболее хорошо изученным районам континентов и непригодность в качестве теоретической базы для тектонической картографии. На данном этапе развития геологии и геотектоники мы считаем наиболее рациональным использовать геосинклинально-платформенную гипотезу развития земной коры, не игнорируя привнесения в нее идей, связанных с гипотезами мобилизма. Основной из них надо признать существенную горизонтальную подвижность отдельных блоков земной коры в пределах как материков, так и океанов.

ГЕОСИНКЛИНАЛЬНО-ПЛАТФОРМЕННАЯ ГИПОТЕЗА КАК ОСНОВА ТЕКТОНИЧЕСКОЙ КАРТОГРАФИИ

Более чем 100-летняя история гипотезы геосинклинально-платформенного развития земной коры позволила всесторонне ее опровергнуть, преимущественно на геологическом субстрате материков. В настоящее время с позиций этой гипотезы более определенно, чем с позиций других гипотез, устанавливается закономерность в развитии или изменении строения земной коры. Вместе с тем и геосинклинальная гипотеза не может считаться безупречной и стать теорией геологического развития, так как тоже не дает исчерпывающего объяснения его причин. Определенные затруднения возникают при использовании гипотезы для выяснения истории тектонических процессов в древнейшие периоды и при восстановлении формирования структуры акваторий океанов. Однако не следует забывать, что самим пониманием этих трудностей мы обязаны геосинклинальной гипотезе.

За длительное время своего существования гипотеза геосинклинально-платформенного развития была углублена и дополнена трудами армии геологов при изучении регионов, проявивших тектоническую активность в различные эпохи. Развернутая история вопроса и современные представления о ходе геосинклинального развития содержатся во многих работах [23, 76, 100 и др.]. Здесь обращено внимание только на некоторые главные положения геосинклинальной гипотезы, которые в первую очередь должны приниматься во внимание при составлении тектонических карт.

Геосинклинально-платформенный тип развития возник в ходе формирования земной коры, с некоторыми оговорками он устанавливается после архея. Этот тип развития эволюционировал во времени, обусловив заметные различия в ходе процесса, его неравномерность, направленность и необратимость. На фоне в общем направленного развития (изменения) земной коры имеет место повторяемость (ритмичность) некоторых геологических событий, отражающая процессы более мелкого порядка.

Главная особенность строения земной коры, являющаяся следствием геосинклинально-платформенного развития, заключается в вертикальной и латеральной вещественно-структурной ее неоднородности. Вертикальная неоднородность отражает ход процесса во времени, горизонтальная — в пространстве. Неоднородность выражается существованием в земной коре геологических тел — структурно-формационных комплексов и их частей, переходы между которыми имеют непрерывно-прерывистый характер.

Неоднородность земной коры зависит преимущественно от суммарного эффекта тектонических движений, обуславливаю-

шего так называемый тектонический режим. На основе геосинклинально-платформенного развития намечено несколько главных типов тектонического режима. Типы режима и особенно закономерности их смены в пространстве и во времени представляют до сих пор предмет дискуссии. Так как они играют важную роль при конкретном приложении геосинклинальной гипотезы к составлению тектонических карт, считаем необходимым рассмотреть вопрос о смене режимов на ряде конкретных примеров.

При тектоническом анализе и типизации структурных элементов земной коры широко используется выделение регионов по возрасту геосинклинальной складчатости. Будучи плодотворным, этот прием оставляет, однако, на втором плане выяснение как предшествующих, так и последующих тектонических режимов, сущность которых остается недостаточно раскрытой или истолковывается неправильно. Так, характеризуя альпийский пояс Юга СССР, предполагают, что геосинклинальный режим на этой территории, предшествующий складчатости и кайнозойскому орогенезу, был сквозным по крайней мере с начала фанерозоя [55].

На примере ряда сложных регионов и всей территории СССР сделаны попытки дать качественную характеристику основных типов тектонического режима на протяжении всей обозримой геологической истории [36]. Несмотря на некоторые успехи в этом направлении, остаются дискуссионными не только закономерности смены во времени и пространстве основных типов тектонического режима, но и сами типы режима. Здесь мы попытаемся отметить и обосновать закономерности, которые намечаются в последовательности проявления основных типов режима в разрезе и по площади при анализе строения разновозрастных складчатых сооружений.

К основным типам тектонического режима, проявившимся в неогее, следуя взглядам С. С. Шульца [112] и несколько дополняя их, мы относим: геосинклинальный, платформенный, платформеноидный, орогенно-тафрогенный и менискогенный.

Платформеноидным мы называем такой режим, который имеет существенное сходство с платформенным, но отличается меньшей продолжительностью (несколько периодов геохронологической шкалы), распространением на территориях, унаследовавших свою конфигурацию от предшествовавших геосинклиналей, большей активностью и дифференцированностью движений, большими амплитудами и скоростями вертикальных перемещений, более интенсивной деформацией осадочного чехла.

Орогенно-тафрогенным следует называть режим, сопровождающийся быстрыми движениями блоков земной коры, при которых изгибание пород играет сугубо подчиненную роль. Так как при этом режиме возникают не только резкие положительные структуры и выраженные в рельефе поднятия, но и глубоко-

кие, часто вытянутые прогибы, добавлен термин «тафрогенный» (рвообразовательный).

Под менискогенным режимом подразумевается совокупность геолого-тектонических процессов, приводящих, с одной стороны, к аркогенезу типа восточно-африканских, байкальских, скандинавских и других подобных поднятий, с другой — к формированию океанических ванн.

Различные тектонические режимы устанавливались неодновременно. Наиболее вероятна следующая историческая последовательность их появления после архея: геосинклинальный, орогенно-тафрогенный, платформеноидный, платформенный, менискогенный*. Для обоснования намечающихся закономерностей в смене режимов обратимся к конкретным регионам. В качестве первого примера кратко рассмотрим строение архипелага Шпицберген [13].

В работах западноевропейских ученых, в новейших сводках советских геологов, на тектонических картах, изданных в СССР, весь архипелаг или его западная половина рассматривается как часть каледонского складчатого пояса. Известно, что на архипелаге широко распространены докембрийские породы, среди которых присутствуют как кристаллические орто- и пара-породы, так и осадочно-метаморфические образования. Верхнедокембрийские породы по традиции, установившейся от начала геологических исследований, объединяют с маломощными и регионально неметаморфизованными нижнепалеозойскими отложениями в единый комплекс — формацию Гекла-Хуг. Эта же традиция заставляет считать, что все породы формации интродированы раннепалеозойскими гранитоидами, хотя о прорывании нижнепалеозойских пород данных нет и возраст гранитоидов считается каледонским на основании радиологических определений. Более молодые палеозойские отложения представлены девонскими грубообломочными пестроцветными породами, приуроченными главным образом к грабену Западного Шпицбергена; отложения от карбоновых до четвертичных формируют верхнюю часть осадочного чехла, развитую в южной половине архипелага. Неогеновые и четвертичные отложения наряду с грубообломочными образованиями включают и эфузивные.

Анализ формаций и структур архипелага привел нас к выводам, существенно изменяющим представление о тектонике региона и дающим хороший пример смены во времени разных типов тектонического режима [13]. По нашим представлениям, за неогей в пределах архипелага в результате последовательной смены тектонических режимов образовались следующие структурно-формационные комплексы: 1) геосинклинальный

* Режимы эволюционировали во времени, и поэтому, строго говоря, при повторении каждый из них должен иметь новое наименование, но такая терминология пока не разработана.

(миогеосинклинальный) — рифейский; 2) платформеноидный — вендско-нижнепалеозойский; 3) орогенно-тафрогенный — силурийско-девонский; 4) платформеноидный — карбоново-олигоценовый; 5) орогенно-тафрогенный — неоген-четвертичный.

Исходя из такой характеристики строения, мы считаем, что Шпицберген и, вероятно, Восточно-Гренландская система не могут рассматриваться как каледонские складчатые сооружения. Архипелаг не входит в каледонский пояс Северной Европы; он является эпийакальской орогенической областью, испытавшей два периода послеплатформеноидного горообразования: в силуре—девоне и в неоген-четвертичное время. Неоген-четвертичный орогенез совпал по времени с менискогенным режимом. Общее опускание, сопровождавшее этот режим и преобладавшее в акватории Северной Атлантики, как бы наложилось на глыбовые орогенические движения*.

Чтобы дополнить данные о смене режимов во времени сведениями об их смене в пространстве, кратко охарактеризуем структурно-формационные комплексы Альпийского пояса Юга СССР и территории, непосредственно граничащей с ним на севере. Для удобства описания начнем с северного района.

Тектонические структуры северного обрамления Альпийского пояса протягиваются от восточных пределов Степного Крыма, через Северный Кавказ, акваторию Каспийского моря, Большой Балхан, Копетдаг, Банди-Туркестан (в Афганистане) к Южно-Таджикской, Памиро-Алайской областям и Северному Памиру. С юга эта территория в Кавказском секторе ограничена Тырныаузской зоной разломов, в западной части Средней Азии — Южно-Копетдагским разломом. Восточнее (на афганской территории) граница условно намечена между Банди-Туркестанским и Парапамизским антиклиниориями, откуда через район, лежащий севернее Кабула, проходит к Ванч-Акбайтальскому разлому Памира [11].

Очерченная территория, несмотря на громадную протяженность, в целом однородна по развитию; в ней можно наметить следующие структурно-формационные комплексы: 1) геосинклинальный (докембрийский), формировавшийся в течение позднего докембра **, 2) платформеноидный (кембрий—девон); 3) геосинклинальный (нижний карбон-нижняя пермь); 4) орогенно-тафрогенный (верхняя пермь — низы триаса); 5) платформеноидный (верхний триас—эоцен); 6) орогенно-тафрогенный (олигоцен—антропоген). Геохронологические рубежи этих комплексов при дальнейших исследованиях будут уточняться. Можно уже сейчас предвидеть, что после докембрийского гео-

* Менискогенный режим следует рассматривать как надтип по отношению к орогеническому режиму.

** Здесь и далее приводятся комплексы неогея; более древние образования не рассматриваются.

синклинального периода развития будет выделен период орогенно-тафрогенного режима, который из-за недостатка данных по территории СССР нами не показан.

Прежде чем перейти к анализу пространственного развития режимов, приведем обобщенную характеристику структурно-формационных комплексов, участвующих в строении Альпийского складчатого пояса непосредственно к югу от территории, на которой распространены уже перечисленные комплексы. В Альпийском поясе на всем его протяжении в пределах СССР нами намечены следующие структурно-формационные комплексы [14]: 1) геосинклинальный (докембрийский, довендский); 2) платформеноидный (венд — средний триас); 3) геосинклинальный, включающий мощные и разнообразные в формационном отношении отложения (верхний триас — палеоген); 4) орогенно-тафрогенный (олигоцен — антропоген). Имея региональное распространение, эти комплексы обладают в разных частях пояса некоторыми особенностями, что позволяет выделить складчатые системы.

Последовательность в смене структурно-формационных комплексов как для Шпицбергена, так и для альпийского и палеозойского складчатых сооружений Юга СССР позволяет отметить закономерность, которая заключается в том, что для одной и той же территории (в вертикальном разрезе) геосинклинальный режим никогда не сменяется непосредственно новым геосинклинальным или платформенным. В то же время геосинклинальный режим закладывается после платформеноидного или после платформенного. Орогенно-тафрогенный режим может наступить как после геосинклинального, так и после платформеноидного или платформенного. Менискогенный режим, судя по контурам океанических ванн, в большинстве случаев обрезающих структуры различного происхождения, может сменить или наложиться на любой другой режим.

Чтобы восстановить динамику тектонических режимов в латеральных направлениях, проследим соотношение комплексов альпийского складчатого пояса и его северного обрамления. На приведенных примерах латеральные ряды режимов более отчетливо выявляются с начала палеозоя, хотя, вероятно, они возникли после архея.

По завершении геосинклинального режима в позднем докембрии на всей рассматриваемой площади альпийского пояса и его северного обрамления наступает платформеноидный режим. Вероятно, до него в какой-то период позднего докембия существовала эпоха орогенеза, однако в пределах СССР достоверных доказательств этого нет; они обнаружены лишь южнее, на территории Ирана, в виде красноцветных песчаников орогенной формации Байондор [11, 14]. Область платформеноидного режима на рифейском складчатом основании представляла собой расширяющуюся на восток полосу, ограниченную на юге

древними платформами Африки, Аравии и Индостана, а на севере — Русской платформой. С кембрия или с самого позднего докембria до девона включительно на всей территории между древними платформами господствует платформеноидный режим. В северном районе с раннего карбона до ранней перми можно констатировать существование геосинклинального режима, в это же время во фронтальной части геосинклинали на юге района наблюдается платформеноидный режим.

В течение поздней перми и в начале триаса на севере геосинклинальный режим сменился орогенно-тафрогенным, на юге продолжается платформеноидное состояние. С позднего триаса по эоцен включительно в северном районе орогенно-тафрогенный режим уступил место платформеноидному, в то же время в южном (смежном) районе господствует мигрировавший с севера геосинклинальный. С олигоцена вся Альпийская геосинклиналь испытывает орогенно-тафрогенный режим. Этот же режим захватывает прилегающую с тыльной стороны к Альпийскому складчатому поясу часть платформеноидной территории на палеозойском складчатом основании, а также и часть фронтальной по отношению к Альпийскому поясу территории, в пределах которой до олигоцена существовал платформенный, местами платформеноидный, режим.

Отсюда следует, что смена тектонических режимов в пространстве заключается в закономерно асимметричной зональности по отношению к геосинклинали. Во фронтальной части геосинклиналь граничит с областями, испытывающими платформенный или платформеноидный режим; в ее тыловой части с удалением от геосинклинали располагаются области, испытывающие соответственно орогенно-тафрогенный, платформеноидный и платформенный режимы. Менискогенный режим в своем распространении, видимо, не связан с предшествующими режимами и может накладываться на участки земной коры, переживающие любые тектонические режимы.

Аналогичные закономерности смены режимов во времени и в пространстве устанавливаются и для других районов [16, 19].

Глава III

ПРИНЦИПЫ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ И ТИПЫ ТЕКТОНИЧЕСКИХ КАРТ

Одним из главных свойств земной коры, как следствие неравномерно-направленного и необратимого развития (изменения), является ее вещественно-структурная неоднородность. При составлении большинства тектонических карт разного назначения проводится тектоническое районирование, заключающееся в оконтуривании (выделении) естественных вещественно-структурных тел разных порядков. Эти тела сформировались в результате проявления в пространстве и во времени различных геолого-тектонических процессов, суммарным действием которых обуславливается так называемый тектонический режим. Выявление типа тектонического режима, а также проведение тектонического районирования являются одними из главных методов познания истории тектонического развития земной коры.

Неоднородность земной коры была осознана в полной мере с появлением геосинклинальной гипотезы. Тектоническое районирование зарождается еще на первом этапе тектонической картографии и углубляет свое содержание по мере развития теоретической тектоники. Не возвращаясь к истории, обратимся к приемам тектонического районирования, которые распространены в настоящее время. За основу районирования большинство авторов берут историко-структурные признаки, которые, однако, существенно варьируют в зависимости от внимания, которое уделяется при этом историко-геологическому развитию, морфологическим особенностям, геолого-геофизическим и петрологово-geoхимическим данным. Содержание историко-структурных признаков при районировании одной и той же территории может быть неодинаковым по субъективным и объективным причинам. Первые обусловлены особенностями авторского решения, вторые — качеством фактического материала, типом тектонической карты и ее масштабом.

ТИПЫ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РЕЖИМА

Теоретические вопросы тектонического районирования и терминологии рассмотрены в ряде работ [22, 76, 93]. В соответствии с широко принятым мнением В. В. Белоусов обобщил

данные по типизации эндогенных режимов материков, которые представляются как результат различных взаимоотношений между астеносферой и литосферой. Им выделены классы следующих режимов [22]: 1) геосинклинальных, 2) платформенных, 3) орогенных, 4) рифтовых, 5) магматической активизации платформ, 6) окраин материков.

Классы в свою очередь подразделяются на отдельные режимы. Так, класс геосинклинальных режимов делится на эв-, мио-, парагеосинклинальный режимы и режим срединных массивов. Класс платформенных режимов расчленяется на режимы древней и молодой платформ. Среди орогенных режимов выделяются эпигеосинклинальный и эпиплатформенный. Класс рифтовых режимов пока не подразделен. Класс режимов магматической активизации платформ включает платобазальтовый режим центральных интрузий и режим трубок взрыва. Класс режимов материковых окраин подразделяется на режимы окраин атлантического и тихоокеанского типов. Перечисленные режимы и их разновидности сведены В. В. Белоусовым в подробную таблицу, в которой можно видеть эндогенные режимы и сопутствующие им геологические явления, запечатлевшиеся в земной коре. Одним из недостатков этой классификации является то, что в ней не получили отражения эволюция режимов во времени и специфика развития земной коры в докембрии*.

В. В. Белоусов придерживается мнения о цикличности в проявлении тектонических режимов, что объясняется периодичностью импульсов теплового возбуждения верхней мантии, которые чередуются с периодами ее охлаждения. Не касаясь здесь вопроса о происхождении тепловых импульсов, следует признать привлекательной идею, согласно которой разные активные режимы проявляются одновременно в планетарные эпохи «возбуждения астеносферы», но наблюдаются в разных областях и протекают по-разному, так как литосфера в каждой области обладает своими свойствами.

Менее удачно типы тектонического развития (режима) и сформированные при их участии тектонические элементы рассмотрены в статье группы авторов [93]. Содержание этой работы направлено на систематизацию терминологии, применяемой для обозначения основных структурных элементов земной коры. Развиваемые в ней взгляды на тектонические режимы довольно широко распространены, но уже не могут удовлетворить современному уровню тектонической картографии.

Наибольший интерес по глубине построения представляют классификация тектонических режимов и их характеристика, данные в работе Т. Н. Спижарского [76]. Эта классификация

* После написания данной главы вышла книга В. В. Белоусова [23], где отмеченный недостаток классификации частично устранен.

режимов, а также возрастных и региональных тектонических подразделений (с изменениями и дополнениями) приняты за основу при написании данного раздела.

Поскольку при тектоническом районировании и выделении естественных регионов решающую роль играет тектонический режим, следует дать по возможности наиболее точное его определение. «Тектонический режим есть совокупность тектонических движений, проявляющихся во взаимодействии с другими геологическими процессами на определенном участке земной коры в определенный отрезок времени, под воздействием которых формируется тектонический регион и свойственная ему структура» [76, с. 82]. Этот же автор приводит следующее определение: «Тектонический регион есть участок (блок) земной коры любой величины, представляющий собой сложное тектоническое тело, характеризующееся свойственной ему структурой и образовавшееся под воздействием определенного тектонического режима» [76, с. 83].

При всей четкости данных формулировок они, с нашей точки зрения, требуют дополнения, так как тектонический режим обуславливает формирование преимущественно синхронного ему структурно-формационного комплекса, а не тектонического региона. Действительно, установление типа тектонического режима предваряется изучением тектонических регионов. На основании познания вещественно-структурных особенностей комплекса или комплексов в пределах того или иного участка земной коры приходят к выводу об условиях тектонического режима, при котором эти комплексы были сформированы. Таким образом, тектонический режим и тектонические структуры комплексов взаимосвязаны. Вещественно-структурные особенности региона, прослеживаемые на глубину, являются следствием тектонических режимов, меняющихся во времени и по площади.

Таким образом, структура тектонического региона обусловлена, как правило, не одним тектоническим режимом, а несколькими. Каждый последующий режим в какой-то мере перерабатывал ранее сформировавшиеся структурно-формационные комплексы, и поэтому главные особенности комплексов, отражающие синхронный им режим, могут быть выявлены только снятием тех влияний, которые наложены на них последующими режимами. Следовательно, под тектоническим режимом следует понимать совокупность геолого-тектонических процессов в определенном участке коры за определенный отрезок времени, под воздействием которых, во-первых, формируется соответствующий структурно-формационный комплекс (или его часть) со свойственными ему вещественно-структурными особенностями и, во-вторых, подвергаются в разной степени переработке предшествующие комплексы. Таким образом, тектонический режим приводит к формированию не тектонического региона, а только структурно-формационного комплекса или его части.

В соответствии с таким пониманием режима под тектоническим регионом (тектоническим элементом или тектонической структурой) в общем случае следует подразумевать участок или блок земной коры, представляющий собой сложное тектоническое тело, состоящее из двух или более структурно-формационных комплексов (или их частей), ограниченное на поверхности и на глубину земной коры по контурам самого верхнего комплекса (или его части).

Наряду с понятием «тектонический регион» («тектоническая структура») существует понятие «тектоническая форма» или «структурная форма». Тектоническая структура — совокупность структурных форм какого-либо участка земной коры, т. е. чем выше порядок тектонической структуры, тем ближе она к элементарной структурной форме, из комбинации которых, по существу, и состоит тектоническая структура.

На современном уровне изученности земной коры представляется несомненной эволюция тектонических режимов в процессе развития земного шара. Однако трудность диагностики происхождения структурно-формационных комплексов докембрия, и особенно раннего докембра, не позволяет построить достаточно обоснованный ряд эволюции тектонических режимов. Более уверенно можно классифицировать тектонические режимы только для неогея. Как бы ни различались схемы развития земной коры для эпох до неогея, предложенные разными исследователями [27, 62, 76, 100], намечаются по крайней мере три главных этапа развития: догоеологический, догоесинклинальный, протогоесинклинальный. Последний соответствует во времени, по-видимому, раннему и среднему протерозою. Ход развития земной коры в течение двух первых этапов сугубо гипотетичен, но начиная с архея он, хотя и слабо, но маркируется геологическими данными, прежде всего породами архея и их структурными формами.

Попытаемся проследить общую эволюцию тектонических режимов во времени (табл. 1). Намечен планетарный режим догоесинклинальной коры доархея основного состава и уже дифференцированной коры архея; протогоесинклинальной и протоплатформенной коры раннего и среднего протерозоя, гесинклинально-платформенной коры рифея—палеозоя и материально-океанической коры мезозоя—кайнозоя. Режимы дорифея гипотетичны и дискуссионны. Нами архей резко отделен от протерозоя и скорее приближен по своему режиму к более ранней — доархейской — эпохе. В архее кроме планетарного можно наметить режим только третьего порядка, при котором формировались гранитно-гнейсовые куполы и межкупольные зоны.

В раннем—среднем протерозое выявляются режимы всех трех порядков.

В рифейско-палеозойский этап на фоне планетарного гесинклинально-платформенного режима впервые возникают плат-

форменоидный и орогенический режимы первого порядка и режимы второго порядка: синеклиз, антеклиз, авлакогенов, орогенических систем, тафрогенов и др. Как уже отмечалось, платформеноидный режим представляет собой совокупность тектонических движений, имеющих значительное сходство с платформенными, но отличающимися большей дифференцированностью, амплитудой и скоростями вертикальных движений, меньшей продолжительностью (несколько периодов), распространением на площадях, обычно унаследовавших вытянутую форму от геосинклиналей [14].

Мезозой и кайнозой характеризуются планетарным материально-оceanическим режимом коры. Отчетливость разделения крупных элементов, подвергшихся материковому или океаническому режиму, позволила наметить надпорядковые режимы: менискогенный положительный и менискогенный отрицательный. Для этого времени показаны режимы всех порядков, продолжающие существовать и в современную эпоху.

Эволюция тектонических режимов отражает общую стадийность тектогенеза и его необратимость во времени. Наряду с общей эволюцией режимов можно наблюдать изменения условий, происходящие в течение одного какого-либо режима. Эти изменения обусловливают частную стадийность, или этапность, режима, под которой следует понимать его расчленение в процессе развития на отдельные стадии разной длительности, характеризующиеся большей или меньшей однородностью и в то же время некоторой направленностью тектонического процесса от стадии к стадии. Общепринятой классификации частной стадийности не существует. Наиболее удачной является схема возрастных тектонических подразделений, предложенная Т. Н. Спижарским [76]; с учетом внесенных нами дополнений она приобрела следующий вид (табл. 2).

Некоторые из терминов, предложенные Т. Н. Спижарским, еще недостаточно широко известны, поэтому приведем их объяснение.

Колюмогенная стадия — это вторая во времени стадия платформенного режима, которая характеризуется общим погружением фундамента и образованием покрова по всей платформе. В это время формируются антеклизы, синеклизы, различные прогибы (передовые, предгорные, внутриплатформенные), валы, поднятия и другие структуры, вплоть до локальных складок. Структурный подкомплекс, образованный в эту стадию, назван колюмным.

Эмерсионная стадия — эта третья во времени стадия платформенного режима, которая характеризуется общим воздыманием, при котором в основном усложняется структура ранее сформировавшихся подкомплексов, а первичные тектонические тела и слагающие их породы, относящиеся к эмерсионному подкомплексу, образуют локальные впадины и предгорные прогибы.

ТАБЛИ
Классификация тектони

Порядок режима	Доархей	Архей	Ранний-средний протерозой				
Планетарный	Догеосинклинальной коры		Протогеосинклинальной и протоплатформенной коры				
	Основного состава	Дифференцированной					
Надпоярдковый							
Первый			Протогеосинклинальный	Протоплатформенный			
Второй			Протогеосинклинальных поясов	Срединных массивов	Синеклиз Антеклиз		
Третий	Границо-гнейсовых куполов и межкупольных зон	Внутрипротогеосинклинальных прогибов и поднятий	Прогибов и поднятий		Поднятие и прогибы разной формы		
Порядок режима	Нео						
	Мезозой—						
Планетарный	Материково-						
Надпоярдковый	Менискогенный положительный (материковый)						
Первый	Геосинклинальный разного типа поясов	Платформенный	Платформеноидный	Орогенический			
Второй	Геосинклинальных систем разного типа	Срединных массивов	Синеклиз Антеклиз	Орогенических систем	Тафро-генов		
Третий	Внутригеосинклинальных прогибов и поднятий	Прогибов и поднятий	Поднятие и прогибы разной формы	Зон слабых и интенсивных поднятий и опусканий			

ЦА 1
ческих режимов

Неогей			
Рифей—палеозой			
Геосинклинально-платформенной коры			
Геосинклинальный разного типа поясов	Платформеноидный	Платформенный	Орогенический
Геосинклинальных систем разного типа	Срединных массивов	Синеклиз Антеклиз	Орогенических систем
Внутригеосинклинальных прогибов и поднятий	Прогибов и поднятий	Поднятие и прогибы разной формы	Зон слабых и интенсивных поднятий и опусканий
гей			
кайнозой			
океанической коры			
Менискогенный отрицательный (океанический)			
Геосинклинальный межконтинентальных областей	Геосинклинальный островных дуг	Орогенический	Платформенный акваторий океанов
Геосинклинальных систем разного типа	Срединных массивов	Кордильер	Георифтогеналей

ТАБЛИЦА 2

Классификация частных возрастных подразделений для главных типов тектонического режима

		Тектонический режим										
Возрастные подразделения		Протогеосинклинальный	Геосинклинальный	Платформеноидный	Орогенический	Платформенный			Менискогенный отрицательный (океанический)			
Стадии	Демисционная	Инверсионная	Демисционная	Инверсионная	Колюмогенная	Эмерсионная	—	Авлакогенная	Колюмогенная	Эмерсионная	Таласогенная	Собственно океаническая
	Этапы											
Фазы												

Нами эти оба термина применены также к возрастным подразделениям платформеноидов.

Демиссионная стадия — это первая стадия геосинклинального режима, в течение которой преобладают нисходящие движения, сопровождающиеся преимущественно основным и ультраосновным магматизмом (в тех системах, где он проявляется), наблюдаются конседиментационная складчатость, подводная седиментация и другие геологические процессы.

Следующими за стадией возрастными подразделениями являются этапы и фазы.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ И ВОЗРАСТНЫЕ ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

Каждый тектонический режим обуславливает формирование в земной коре геолого-тектонического тела, характеризующегося определенными породами и их тектонической структурой. Тектонические режимы, начиная с надпорядкового (см. табл. 1), вызвали региональную неоднородность земной коры, выраженную распространением в вертикальном и горизонтальном направлениях различных структурно-формационных комплексов и их частей. В вертикальном разрезе наблюдается «многоэтажность», обусловленная сменой разных геолого-структурных тел во времени, которые представляют собой возрастные тектонические подразделения. Существование этих же неоднородностей в латеральном направлении указывает на наличие региональных тектонических подразделений. Возрастные тектонические подразделения классифицируются по-разному, при составлении тектонических карт и тектоническом районировании используют следующие подразделения.

Структурные возрастные подразделения	Частные возрастные тектонические подразделения режимов	Временные тектонические подразделения
Надкомплекс	Тектонический режим	Эра
Комплекс	Тектонический режим	Период
Подкомплекс	Стадия режима	Эпоха
Ярус	Этап режима	Век
Подъярус	Фаза режима	Время

При отражении истории тектонического развития на тектонических картах используют многочисленные возрастные структурные подразделения. Многие из подразделений, рекомендуемых для мезозоя и кайнозоя (табл. 3), могут быть применены и для более ранних режимов рифея — палеозоя. Возрастные подразделения для дорифея пока не разработаны, для его описания привлекают новые термины свободного пользования.

Не менее существенное значение при составлении тектонических карт, особенно при районировании, имеют региональные

ТАБЛИЦА 3

Классификация возрастных структурных подразделений для мезозоя и кайнозоя

тектонические подразделения. Совместно с возрастными подразделениями они являются основой, благодаря которой может быть прочитана история тектонического развития. Приведем классификацию региональных тектонических подразделений (табл. 4). Большинство тектонических структур имели место уже в рифе и палеозое, их названия можно применять при составлении палеотектонических карт домезозойской эпохи. Для до-рифия следует использовать терминологию, приведенную в табл. 1.

Как видно из табл. 4, тектонические структуры четвертого порядка часто представляют собой уже структурные формы. Таким образом, структуры мельче четвертого порядка всегда являются отдельными структурными формами, т. е. разного рода складками и их сочетаниями (антиклиниории, синклиниории, группы складок, отдельные крупные складки, синеклизы, антиклизы, своды, валы, купола и т. д.). Следует подчеркнуть, что многие термины крупных подразделений не несут информации об особенностях структурных форм (геосинклинальный пояс, геосинклинальная система, орогеническая система и др.). В то же время тектонические подразделения второго порядка прямо характеризуют структурные формы (антеклизы, синеклизы, авлакогены и т. д.). Это отражает, с одной стороны, несовершенство терминологии, с другой — специфику развития более активных и менее активных в тектоническом отношении регионов.

Дело в том, что такие структуры, как антиклиза и синеклиза, развиваются в течение всей жизни платформы; структуры же, формирующиеся в геосинклиналях, обретают свой окончательный вид при завершении развития этих активных поясов. Так, известно, что геосинклинальные пояса превращаются в складчатые пояса, состоящие из антиклиниориев, синклиниориев, групп складок и других форм; геосинклинальные системы также могут быть построены сложными складчатыми сооружениями; внутригеосинклинальные поднятия и прогибы при завершении развития геосинклинали переходят в антиклиниории или синклиниории и могут выделяться как складчатые зоны и подзоны. Платформеноиды и платформы в процессе развития также усложняются, но тектонические подразделения второго порядка в их пределах почти с самого начала жизни этих регионов имеют форму антиклиз и синеклиз, авлакогенов. Более поздними структурами платформ могут быть передовые и краевые прогибы. Структуры третьего порядка, несомненно, разновременны.

Орогенические области формируются в процессе преимущественно глыбово-блочных движений складчатых поясов, систем, зон или на месте распространения платформеноидного либо платформенного чехла. Тектонические подразделения и структурные формы океанического дна исследованы еще

ТАБЛИ

Классификация региональных тектонических подразделений (типов

Порядок подразделения	Региональные					
Планетарные	Земная кора					
Надпорядковые	Материки (положительная					
Первый	Геосинклинальные пояса		Платформеноиды			
Второй	Геосинклинальные системы	Срединные и краевые массивы	Антеклизы	Синеклизы	Авалакогены	Краевые прогибы
Третий	Внутригеосинклинальные прогибы	Внутригеосинклинальные поднятия	Поднятия разного типа	Прогибы разного типа	Изометрические и вытянутые поднятия и прогибы	
Четвертый	Прогибы и поднятия (вытянутые)		Прогибы и поднятия			

ЦА 4

тектонических структур) для мезозоя—кайнозоя

тектонические подразделения				
материково-океанического типа				
менискогенная структура)				
Платформы			Орогенические области и пояса	
Антеклизы	Синеклизы	Авалакогены	Краевые прогибы	Орогенические системы
Изометрические, реже вытянутые поднятия и прогибы			Линейные складчатые орогенические зоны и подзоны	Изометрические и неясно-линейные складчатые орогенические зоны и подзоны
Прогибы и поднятия			Складчатые орогенические зоны горст-антеклинального строения	Горстообразные и неправильные поднятия
			Складчатые орогенические зоны грабен-синклинального строения	Грабенообразные и неправильные впадины

ТАБЛИЦА 4

(продолжение)

Порядок подразделения		Региональные		
Планетарные		Земная кора		
Надпорядковые		Океаническое дно		
Первый	Геосинклинали островных дуг			
Второй	Океанические тафрогены	Океанические срединные и краевые массивы	Океанические системы кордильер	
Третий	Желоба	Зоны относительных поднятий	Зоны относительных опусканий	Линейные складчатые орогенические зоны и подзоны
Четвертый		Складчатые орогенические зоны антиклинального строения	Складчатые орогенические зоны синклинального строения	

Примечание. Тектонические структуры разрывного типа следует классифицировать как особую группу.

тектонические подразделения

материково-оceanического типа

(отрицательная менискогенная структура)

Платформы океанические				Океанические области и пояса			
Шельфовые плиты		Океанические плиты		Георифтогенали		Орогенические системы	
Прогибы	Поднятия	Прогибы	Поднятия	Прогибы	Поднятия	Складчатые океанические плиты	Мульдообразные прогибы
						Горстовые поднятия	Грабенообразные прогибы
						Складчатые океанические плиты	Мульдообразные прогибы
						Сводовые поднятия	Глыбовые поднятия
						Грабенообразные прогибы	Котловины

цировать как особую группу.

недостаточно. Некоторые из них сходны с подразделениями материков.

Формирование тектонических структур — процесс длительный и обычно продолжается в течение нескольких периодов, эпох и т. д. Следуя один за другим тектонические режимы разного типа не только создают новые структурно-формационные комплексы, но и перерабатывают те комплексы, которые образовались под воздействием ранее существовавших режимов. В связи с длительностью процесса структурообразования следует различать понятия о первичных, вторичных и переработанных тектонических структурах.

Первичной тектонической структурой следует называть единичную вещественно-структурную форму или их совокупность, находящуюся в процессе становления под воздействием того или иного тектонического режима. Например, в геосинклинали до ее замыкания выделяются геосинклинальные пояса, системы эв- и миогеосинклинального типа, внутригеосинклинальные прогибы и поднятия третьего и четвертого порядка. Эти подразделения представляют собой совокупность развивающихся различных структурных форм, изменение которых проходит во временном промежутке существования данного тектонического режима.

Вторичной тектонической структурой мы называем единичную вещественно-структурную форму или их совокупность, закончившую процесс становления под воздействием того или иного тектонического режима. Например, в геосинклинали после ее замыкания выделяются складчатые системы, зоны и подзоны, представляющие собой совокупность новых по отношению к первичным структурных форм.

Переработанной тектонической структурой следует называть единичную вещественно-структурную форму вторичного типа или их совокупность, подвергшуюся после своего образования воздействию последующего тектонического режима. Например, сюда можно отнести тектонические структуры отдельных частей платформ или платформеноидов, подвергшиеся орогенезу, но сложенные породами, которые образовались до орогенеза.

ВЛИЯНИЕ ОБЪЕКТИВНЫХ ПРИЧИН НА ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

К объективным причинам в данном случае относятся качество фактического материала, изученность объекта, тип составляемой тектонической карты и ее масштаб. При тектоническом районировании необходимо обладать достаточно полными сведениями о вещественно-структурных особенностях земной коры. Они выявляются целым рядом методов, из которых наиболее существенны стратиграфический, литолого-петрографический, структурный, формационный и геофизический. Если исследова-

ние территории проведено полно, то полученные материалы позволяют выделить в вертикальном и горизонтальном направлениях различные структурно-формационные комплексы и их части, проследить тектонические структуры (первичные, вторичные, переработанные), выявить типы и разновидности тектонического режима.

Чем детальнее работы и полнее фактический материал, тем реальнее возможность выявить тектонические возрастные и региональные подразделения высокого порядка, дать более верную картину истории формирования данного региона земной коры. Под детальными работами имеются в виду не формально проведенные исследования, например геологическая съемка масштаба 1 : 50 000, а фактическое наличие сведений, позволяющих установить обоснованную стратиграфическую схему, возраст интрузий, тип и возраст метаморфизма, тип формаций и, наконец, морфологию структурных форм. Дополнительным, но все более заметным и результативным при детальном изучении вещественно-структурных неоднородностей является геофизический метод, хотя интерпретация его данных требует дальнейшего совершенствования. Качество фактического материала зависит не только от тщательности исследования, но и от сложности объекта изучения. Как правило, для областей распространения сильно деформированных и особенно сильно метаморфизованных пород тектоническое районирование выполняется с многочисленными оговорками и допущениями.

Масштаб карты оказывается непосредственно на детальности выявления региональных тектонических подразделений. Так, на обзорных картах крупных регионов имеется возможность показать региональные подразделения до второго порядка, т. е. геосинклинальные системы, срединные и краевые массивы, складчатые орогенические системы, тафрогены, антеклизы, синеклизы, авлакогены, передовые прогибы и т. д. На региональных картах оконтуриваются тектонические структуры всех порядков вплоть до четвертого. На их фоне в зависимости от масштаба наносятся структурные формы вплоть до отдельных складок и разрывов. Возрастные тектонические подразделения на обзорных картах включают объекты вплоть до структурно-формационных ярусов; на региональных картах выделяются также подъярусы, а при необходимости и подразделения еще более высокого порядка.

Особенно основательно на тектоническое районирование влияет тип тектонической карты. Так, если ставится цель показать тектонические подразделения доплатформенного развития территории, то карта будет включать подразделения складчатых поясов, систем, зон, сформировавшихся на месте геосинклинальных поясов. Контуры более поздних тектонических подразделений платформеноидного или орогенического периодов на такой карте не показываются. На карте, составленной с целью

отразить особенности современных тектонических движений, намечаются тектонические региональные подразделения, различающиеся амплитудами современных движений. Их контуры могут частично совпадать с тектоническими подразделениями, но во многих случаях ограничивают другие участки. Приведенные примеры относятся к специальным картам. Вместе с тем независимо от типа тектонической карты основой тектонического районирования должны служить представления о возрастных и региональных подразделениях современной структуры земной коры.

ТИПЫ ТЕКТОНИЧЕСКИХ КАРТ

Тектоническая карта — это графическое целенаправленное изображение на плоскости при помощи системы условных обозначений тектонической структуры или ее некоторых особенностей для всей земной коры или ее частей. Карта обобщает фактические данные об особенностях и закономерностях развития структурных элементов земной коры и служит важным фактором в познании общих вопросов тектоники и геологии в целом. Тектоническая карта — основной исходный материал для составления прогнозных карт полезных ископаемых и планирования поисково-разведочных работ.

Обычные геологические карты, несмотря на многие достоинства (в частности, высокую объективность), дают только частичное представление о структуре земной коры и о главных чертах ее развития, так как на них более или менее отчетливо отражено строение лишь верхнего структурного комплекса. При создании карт прогноза полезных ископаемых и в ряде других случаев этого представления бывает недостаточно. Поэтому для более полного раскрытия тектоники того или иного региона на основе геологических карт, дополненных сведениями о формационном составе отложений, особенностях морфологии структур, изменении на площади структурно-формационных комплексов и их частей, а также геофизическими данными, материалами бурения, составляют тектонические карты. Последние представляют собой, таким образом, целенаправленное дополнение к геологическим картам.

Тектонические карты в широком смысле подразделяются на три главные группы: 1) тектонические схемы, 2) тектонические карты, 3) тектонические специальные карты. Каждая группа в зависимости от масштаба включает карты общие (или обзорные) и региональные *. Общие, или обзорные, карты составляют обычно в масштабе 1 : 2 500 000 и более мелком; для региональных карт, отражающих тектонику крупных самостоятельных ре-

* Так называемые полистные карты являются частями региональных или общих карт в соответствии с рамками листов того или иного масштаба, принятого для данной серии.

гионов и прилегающих к ним соседних территорий, применяют масштабы от 1 : 1 500 000 до 1 : 500 000, иногда 1 : 200 000. Содержание и масштаб карты определяются ее назначением и изученностью территории.

До конца 30-х годов XX в. наибольшее распространение имели тектонические схемы, содержание которых варьировало в достаточно широких пределах. Общей особенностью тектонических схем является относительно простая нагрузка и обобщенность контуров, которые обычно не только не совпадают с контурами геологических карт, но иногда и пересекают их. Иначе говоря, контуры геолого-тектонических объектов на схемах в значительной мере являются условными границами.

Тектонические схемы не следует рассматривать как пройденный этап тектонической картографии. Это один из способов отражения тектонических особенностей земной коры, который успешно применяется в настоящее время при геологических работах, иллюстрации научных докладов и учебном процессе. Надо отметить все более полный показ на схемах элементов тектонического районирования и истории развития. К наиболее ранним и простым относятся, например, схемы тектоники Памира и части Тянь-Шаня Д. В. Наливкина [58]; более сложные элементы можно видеть, например, на схеме Средней Азии Ф. Махачека, приведенной в нашей работе [17].

На схемах, составленных в относительно недавнее время, находит отражение тектоническое районирование, дается разделение складок и разрывов по возрасту, приводятся и другие особенности тектонического строения. В качестве примера назовем тектоническую схему Высокой Азии по В. М. Синицыну [72], схему тектоники Польши по Б. П. Бархатову [19]. Некоторые схемы по богатству их содержания следует рассматривать уже как промежуточные между схемами и картами. К этому типу относится карта Западной Сибири под редакцией Н. Н. Ростовцева [94].

Вторая группа — тектонические карты. Они подразделяются по содержанию на структурные и собственно тектонические, а по масштабу — на общие и региональные.

Структурные карты отражают преимущественно морфологию и тип тектонических форм в современной структуре, но обычно не раскрывают истории их формирования и условий развития. При составлении структурных карт для относительно несложных территорий используется наиболее совершенный метод показа глубинной структуры с помощью изолиний и абсолютных отметок отдельных геологических маркирующих поверхностей (несогласий, пластов, интрузивных или других геолого-тектонических тел). Для складчатых поясов, систем, зон и подзон из-за сложности строения изображение структурных форм обычно ограничивается условными обозначениями в пределах отдельных складок, разрывов и других форм или целых участков их

распространения. Иногда структуру складчатых зон показывают условными генерализованными стратоизогипсами, как это сделано на карте под редакцией Л. А. Варданяца [30, 83]. В качестве примера современных структурных карт могут служить карты поверхности юрских отложений и кровли меловых отложений, а также структурные карты по поверхности фундамента Туранской платформеноидной области [34].

Карты собственно тектонические широко распространены в СССР и за рубежом. Они отличаются наиболее точным, полным и глубоким отражением тектонических особенностей земной коры. На них необходимо как можно полнее показывать тектоническое районирование, морфологию структур, историю их развития на всем протяжении существования земной коры. При выполнении этих требований становится достаточно ясным и генезис структурных форм.

Условные обозначения для собственно тектонических карт не являются общепринятыми, хотя за последние годы достигнут некоторый прогресс в унификации изображения структурных форм. Их морфологические особенности обозначаются специальными знаками, в отдельных случаях изолиниями разного цвета. Тектоническое районирование и история развития раскрываются при помощи оконтуривания, заливки определенным цветом и индексации региональных и возрастных тектонических подразделений. Генезис структурных форм выявляется по условным обозначениям типа тектонического режима. Важными показателями тектонического режима, его изменения во времени и пространстве являются характер и амплитуда вертикальных движений, магматизм, метаморфизм, поэтому наряду со структурными формами стремятся отразить формации осадочных и магматических пород, иногда фации метаморфизма, возраст и длительность существования разломов. Собственно тектонические карты благодаря комплексному подходу к решению вопросов тектоники относятся к наиболее сложным. В отдельных случаях они получаются сильно перегруженными фактическим материалом, а также множеством обозначений, интерпретирующих этот материал.

Третья группа объединяет так называемые специальные тектонические карты. Их особенностью является направлена специализация, благодаря которой каждая карта полнее отражает определенное тектоническое явление или группу явлений. При этом часто ограничиваются заданным отрезком геологического времени. Это относится, например, к картам палеотектоническим, неотектоники, современных движений и др.

По содержанию отдельные карты этой группы особенно далеки друг от друга. Так, к специальным картам относятся столь мало похожие по содержанию работы, как карты тектонического районирования, структур интрузивных массивов и целых магматических комплексов, типов трещиноватости, разломной тект-

ники, морфологических и генетических типов складчатости, проявления эпох и фаз складчатости, неотектоники, современных движений, глубинного строения, сейсмотектоники, палеотектоники, палинспастовые и др. Основой для любой специальной карты служит карта собственно тектоническая, однако чтобы отразить определенные особенности тектонического строения территории, для каждой из них требуются свои условные обозначения и техника составления.

В качестве примеров специальных карт назовем карту неотектоники СССР под редакцией С. С. Шульца и Н. И. Николаева [45], карту современных движений Восточной Европы под редакцией Ю. А. Мещерякова [46], карту территории СССР со снятым платформенным чехлом под редакцией Д. В. Наливкина [92]. На первой из них показан суммарный эффект преимущественно вертикальных движений земной коры за неоген-четвертичное время. На карте дано и районирование, но оно проведено по такому специальному признаку, который не годился бы для собственно тектонической карты, а именно по амплитуде неоген-четвертичных вертикальных поднятий и опусканий. На этом основании выделено четыре типа регионов. Вторая из названных карт отражает интенсивность современных движений, также преимущественно вертикальных (амплитуда движений дана в сантиметрах в год). Очерченные изолиниями районы различной амплитуды движений дают своеобразное тектоническое районирование. Третья специальная карта по своему содержанию ближе к собственно тектоническим. Она показывает положение на территории СССР разновозрастных складчатых систем. Это относится также и к платформенным областям, и к акваториям морей, и к шельфовым зонам океанов. Районирование проведено последовательно по возрасту последней геосинклинальной складчатости, имевшей место в границах выделенных складчатых систем.

Даже беглая характеристика специальных карт показывает широту диапазона их содержания, что требует весьма разных подходов к районированию, изображению тектонического развития и морфологии структур. Строго говоря, при составлении специальных карт к каждой из них предъявляются сугубо специфические требования и ограничить их какими-либо рамками не представляется возможным. Исключением являются палеотектонические карты. К ним можно подходить с тех же позиций, что и к собственно тектоническим картам.

Глава IV

ПРИЕМЫ И УСЛОВИЯ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СХЕМ И КАРТ РАЗНОГО ТИПА И МАСШТАБА

Тектонические карты, как уже отмечалось, представляют собой целенаправленное дополнение к геологическим картам. Отсюда, казалось бы, следует, что при составлении тектонических карт необходимо опираться на уже имеющиеся геологические карты, т. е. сначала создается геологическая карта, а затем тектоническая. В действительности же многообразие типов тектонических карт, их масштаб, который далеко не всегда совпадает с масштабом геологической карты, дают возможность работать над тектонической картой и до составления геологической карты, и параллельно с ее составлением, и после ее издания.

При создании тектонических карт пользуются весьма разнообразными приемами, что обусловлено не только отсутствием единой разработанной и утвержденной методики, но и разными целями, которые преследуются при их составлении. Унификация методики исключается также из-за разной детальности исследований и их неодинакового масштаба.

В соответствии с принятой нами классификацией тектонических карт рассмотрим последовательно приемы и условия их составления. Следует напомнить, что к настоящему времени геологическая литература располагает весьма ограниченным количеством работ, в которых приводятся конкретные приемы создания тектонических карт, особенно это относится к тектоническим схемам, региональным тектоническим картам и специальным картам*.

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

Тектонические схемы представляют собой наиболее распространенный тип плоскостного графического изображения тектонического строения земной коры и во многих случаях служат иллюстрациями, сопровождающими региональные тектонические работы. Благодаря своей наглядности, они успешно исполь-

* Современные приемы составления специальных карт в данной работе не рассматриваются.

зуются при разного рода научных сообщениях и в учебном процессе. Без них не обходятся оперативные производственные материалы, в том числе геологические отчеты, обзорные сводки, проекты работ и т. д.

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Содержание исходных материалов при составлении тектонических схем зависит от изученности территории и уровня развития науки. Здесь будут рассмотрены вопросы создания тектонических схем при современном уровне знаний в области тектоники. В настоящее время изученность среднемасштабной геологической съемкой как территории СССР, так и зарубежных стран предоставляет условия и возможности построения тектонических схем, несравнимые с существовавшими в предыдущие этапы тектонической картографии, когда знания о геологическом строении основывались преимущественно на маршрутных исследованиях. Принимая это во внимание, в качестве исходных материалов в первую очередь следует брать геологические карты, литературные данные и материалы личных исследований.

При составлении тектонических схем больших территорий результаты непосредственных наблюдений обычно вносят малую по объему долю в геолого-тектоническую информацию, но, несмотря на это, они часто играют решающую роль при трактовке тектоники того или иного района. С укрупнением масштаба схемы вес таких материалов возрастает. С одной стороны, это позволяет составителю с большей уверенностью утверждать в схеме определенные идеи, а с другой — делает эту схему более субъективной. Конечный итог работы зависит от качества личного и литературного материала, эрудиции и теоретической позиции автора.

ЦЕЛЕВОЕ НАЗНАЧЕНИЕ

Назначение карты-схемы является решающим для выбора ее содержания и масштаба. Мы не ставим целью описать возможные приемы составления всех различных по содержанию тектонических схем, ограничимся рассмотрением принципиальных положений, которыми следует руководствоваться в процессе работы над схемой. В зависимости от целевого назначения тектонические схемы приобретают основные черты различия. Наибольшее распространение имеют схемы, составленные: 1) для производственной цели, 2) для иллюстрации отчета или научной работы, 3) для сопровождения научного сообщения или для использования в учебном процессе. Для одной и той же территории эти схемы различаются содержанием и иногда масштабом.

Тектонические схемы, преследующие производственные цели, обычно характеризуются односторонностью при относительной полноте отражения выбранной узкой проблемы тектонического

строения. Эта особенность подобных схем сближает их со специальными тектоническими картами. Названные тектонические схемы независимо от их конкретного назначения объединяются общей чертой — все они нацелены на изображение преимущественно тех или иных структурных особенностей территории. Например, с необходимой детальностью изображаются пространственное положение и возрастные соотношения дизъюнктивных нарушений, разных по составу магматических тел, складок, предположительно нефтегазоносных структур, дизъюнктивных зон минерализации и т. д. Масштаб схем может варьировать в довольно широких пределах, но обычно он не мельче 1 : 3 000 000.

Вторая разновидность схем составляется для иллюстрации рукописной (машинописной) производственной или печатной научной работы. Содержание такого рода схем отличается обычно комплексностью. На них стремятся по возможности отразить все основные стороны тектонического строения и развития территории. Явные различия в содержании отдельных схем этой группы идут от резко неодинакового строения показанных на них территорий. При детальной разработке условных обозначений и охвате больших площадей на схемах такого рода можно добиться размещения весьма обширной информации. Для иллюстрации производственных работ (отчетов, проектов) применяются масштабы от 1 : 500 000 и крупнее; в схемах, сопровождающих научные статьи, очерки, монографии, преобладают более мелкие масштабы.

Общая особенность тектонических схем, иллюстрирующих научные сообщения или используемых в учебном процессе, — это относительная простота изображения, что достигается меньшей загруженностью фактическим материалом и ограниченным количеством условных обозначений, смысл которых можно усвоить за минимально короткое время. Масштаб таких схем варьирует в особенно широких пределах, так как они могут отражать проблемы как локальной, так и глобальной тектоники.

ПРИЕМЫ И УСЛОВИЯ СОСТАВЛЕНИЯ

Общей особенностью тектонических схем, как мы уже отмечали, являются относительно простая нагрузка и обобщенные контуры, которые обычно заметно не совпадают с контурами геологических карт. Подход к составлению схем рассмотрим на конкретных примерах. Следует заметить, что составление тектонических схем во многом опирается на фактический материал, собранный при обычных полевых геологических исследованиях.

В качестве первого примера возьмем тектоническую схему мезо-кайнозойского платформенного (платформеноидного) чехла Западно-Сибирской плиты [94]. Эта схема (рис. 16) имеет узко производственную цель: показать пространственное расположение

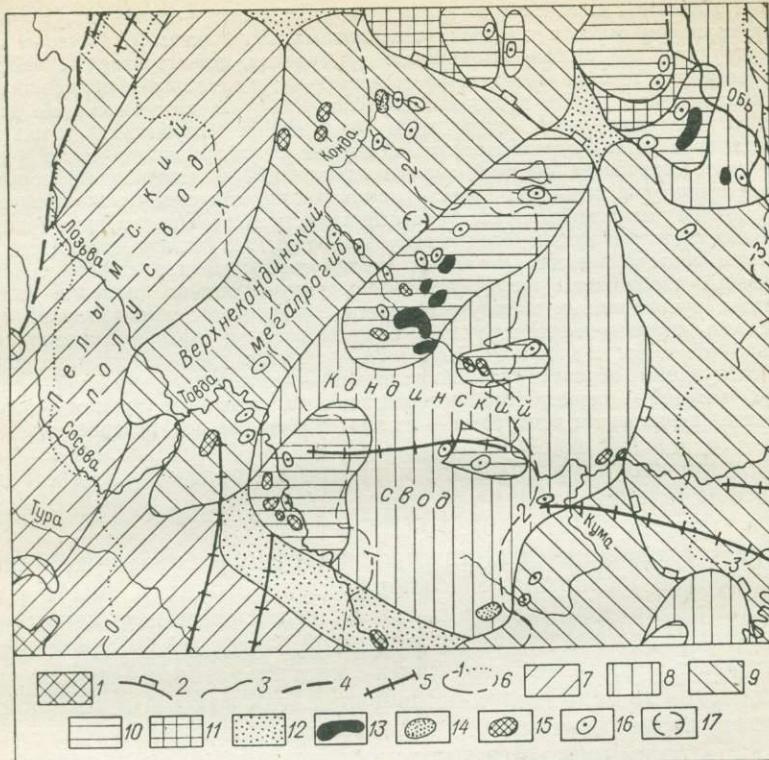


Рис. 16. Фрагмент из тектонической карты Западной Сибири под редакцией Н. Н. Ростовцева, 1955 г. [94].

1 — палеозойское обрамление; 2 — граница между внешним поясом и внутренней областью плиты; 3 — контуры структур, очерченные по данным бурения, сейсморазведки, сейсмозондирования и электроразведки; 4 — дислокационные нарушения в платформенном чехле; 5 — зоны крупнейших (глубинных) разломов в фундаменте; 6 — стратиграфии подошвы платформенного чехла, сечение 1 км; структуры первого порядка: 7 — положительные однокрылые и незамкнутые (моноклинали, полусводы), 8 — положительные контрастные (своды, мегавалы, сложные валы), 9 — отрицательные (впадины, мегапрогибы); структуры второго порядка: 10 — положительные (валы, полуvalы, куполовидные и полукуполовидные поднятия), 11 — отрицательные (прогибы, котловины); 12 — седловины; локальные поднятия, на которых открыты месторождения: 13 — нефти, 14 — газа; 15 — локальные поднятия, разведка которых дала отрицательные результаты; локальные поднятия: 16 — подготовленные под бурение, 17 — выявленные, но не подготовленные под бурение.

ние различных по размерам, форме и перспективности на нефть и газ структур Западной Сибири. При выборе масштаба схемы решающими явились громадная площадь территории и размеры показываемых структур, чему удовлетворил масштаб 1 : 3 000 000. В соответствии с поставленной целью все внимание обращено на структурные особенности мезо-кайнозойского чехла.

Из всего огромного фактического материала на схеме использованы данные, касающиеся структуры только мезо-кайнозойского чехла. Это целенаправленное ограничение легло в основу относительно простых условных обозначений.

Они включают обобщенную границу палеозойского обрамления, границы между крупнейшими структурами (антеклизами, синеклизами), внешние контуры структур, очерченные по данным: а) бурения, сейсморазведки, сейсмозондирования и электроразведки; б) гравиметрии; в) геолого-геоморфологических исследований. Далее показаны: ступени, флексуры, дизъюнктивные нарушения в платформенном чехле, зоны крупнейших (глубинных) разломов в фундаменте. Даны стратоизогиссы подошвы платформенного чехла (сечение 1 км). Коричневой краской залиты однокрыльые и незамкнутые положительные структуры первого порядка (моноклинали, полусводы); желтым цветом отмечены положительные контрастные структуры первого порядка (своды, мегавалы, сложные вальы); бледно-голубым тоном закрашены отрицательные структуры первого порядка (впадины, мегапрогибы); желтым цветом с косой штриховкой изображены положительные структуры второго порядка (вальы, полуvalы, куполовидные и полукуполовидные поднятия); темно-голубой краской залиты отрицательные структуры второго порядка (прогибы, котловины); отдельно отмечены седловины. Локальные поднятия третьего порядка показаны следующим образом: черной заливкой — нефтеносные, красной — газоносные, зеленой — разведанные неперспективные, точечным крапом — разведываемые, штриховыми контурами — не подготовленные под бурение.

Каждой структуре второго и третьего порядка дан свой номер и в отдельной таблице на карте помещены их наименования (соответственно 210 и 446).

При составлении схем такого типа надо располагать достаточно полной информацией о морфологии структур, иметь разработанную применительно к району классификацию структурных форм в соответствии с принятой легендой. Схемы рассмотренного типа не отражают многих сторон тектоники, в частности, не дают картины развития, так как на них не показываются возрастные тектонические подразделения. Вместе с тем они достаточно точно отвечают поставленной цели и являются по существу картой прогноза на определенные полезные ископаемые (в данном случае на газ и нефть), связанные с той или иной структурой.

Примером узкоспециализированной тектонической схемы, сделанной для иллюстрации научной работы, может послужить схема распространения на Памире преобладающих морфологических типов складок (рис. 17) [14]. Масштаб схемы (около 1 : 5 000 000) выбран исходя из относительно большой территории, простой нагрузки и короткого текстового приложения. Цель заключалась в том, чтобы выявить закономерные связи между тектоническими режимами и морфологией складок, образованных в течение каждого режима. Многоярусное строение Памира исключало возможность изобразить на одной карте морфологию складчатых структур, возникавших последовательно в течение разных режимов. Пришлось ограничиться показом морфологических типов складок в современной структуре. Но и это потребовало определенной схематизации, так как на поверхность выходят разновозрастные структурные формы: первичные, вторичные и переработанные. На схеме мы попытались показать преобладающие на поверхности складчатые формы. Ими оказались складки, синхронные последнему геосинклиналь-

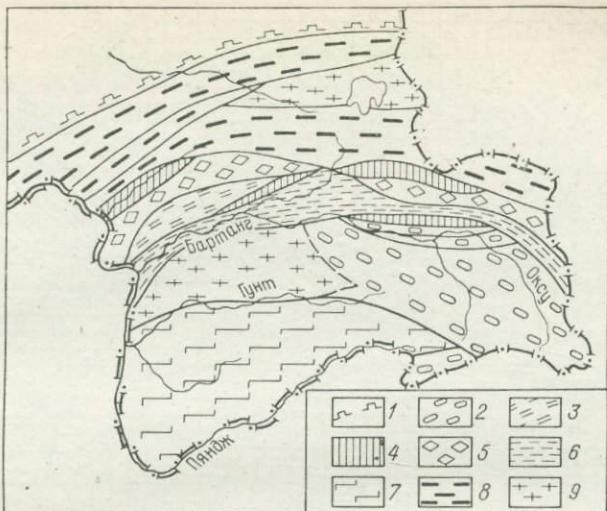


Рис. 17. Схема распространения на Памире преобладающих морфологических типов складок (по Б. П. Бархатову, 1971 г. [14]).

1 — сундучные, линейно-гребневидные; 2 — сундучные, линейно-гребневидные и интенсивно сжатые (изоклинальные); 3 — умеренно сжатые, прямые, косые, реже запрокинутые; 4 — преимущественно сжатые складки, чешуй приразломных зон; 5 — глыбовые невысокого тектонического рельефа (хорошо видны замки синклиналей и антиклиналей); 6 — линейные невысокого тектонического рельефа; 7 — линейные и короткие простые с внутрипластовыми складками течения; 8 — интенсивно сжатые крутые и опрокинутые высокого тектонического рельефа; 9 — фрагменты линейных складок, разобщенные интрузиями.

ному периоду развития: на Северном Памире — преимущественно позднепалеозойские, на Центральном и Юго-Восточном Памире — раннеальпийские, на Юго-Западном Памире — несколько переработанные в мезо-кайнозое докембрийские. При составлении схемы необходимо было располагать достаточно полными сведениями о морфологических типах складок и их преобладающем развитии в разных районах Памира.

Следовало, кроме того, выработать частную классификацию типов складок, развитых на изученной территории, и принять их условные обозначения. В данном конкретном случае схема составлялась после того, как для территории Памира нами была подготовлена собственно тектоническая карта. Это облегчало задачу, так как было выполнено тектоническое районирование и разработана схема развития структур. Таким образом, узкоспециализированные тектонические схемы не дублируют уже имеющихся более широких, комплексных результатов тектонической картографии, а являются их дополнением. Такие схемы могут и предварять работу по составлению собственно тектонической карты.

Техника создания аналогичных схем заключается в следующем: оконтуриваются районы развития разных типов складок,

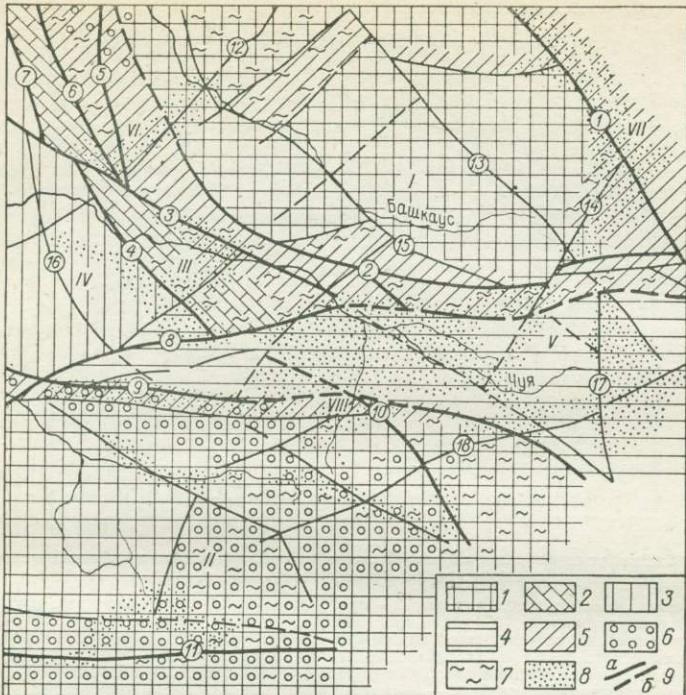


Рис. 18. Палеотектоническая схема Юго-Востока Горного Алтая (по В. А. Зыбину, 1973 г. [42]).

1 — глыбы фундамента, испытавшие после раннего (салайского) геосинклинального этапа восходящие движения и незначительно переработанные последующими тектоническими движениями [*I* — Чуйшманская (Телецкая) раннекаледонская блоковая зона, *II* — Холзунско-Чуйская раннекаледонская, частично погребенная блоковая зона]; 2 — глыбы фундамента, явившиеся на ранних этапах развития геосинклиналии ложем подводных кордилиер, затем испытавшие воздымание и переработку на периферии на всех последующих циклах (*III* — Кадрипско-Баратальский горст-антиклиниорий); 3 — область фундамента, испытавшая в течение геотектонического развития геосинклиналии в основном нисходящие движения и регенерацию (*IV* — Ануйско-Чуйский каледонско-герцинский сквозной геосинклинальный прогиб); 4 — область фундамента, испытавшая повторное геосинклинальное погружение (*V* — Чуйский вторичный герцинский геосинклинальный прогиб); 5 — зоны интенсивной переработки фундамента — межблоковые эвгесинклинальные зоны (*VI* — Уйменско-Курайская, *VII* — Шапшальская, *VIII* — Южно-Чуйская); зоны регенерации ранее консолидированных структур тектоническими движениями последующих этапов или циклов: 6 — собственно каледонского, 7 — гердинского, 8 — мезо-кайнозойского; 9 — глубинные разломы первого (*a*) и второго (*b*) порядка. Разломы (цифры в кружках): 1 — юго-западная ветвь Шапшального, 2 — Кубадринский, 3 — Курайский, 4 — Актурийский, 5 — Чокракский, 6 — Кадринский, 7 — Чулекташий, 8 — Карагемский, 9 — Чарышско-Теректинский, 10 — Чаган-Бургазинский, 11 — Южно-Алтайский, 12 — Улаганский, 13 — Чулышманский, 14 — Буйлюгемский, 15 — Башкаусский, 16 — Шавлинский, 17 — Бокутинский, 18 — Урзарский.

которые заполняются крапом или цветом; наносятся некоторые дополнительные обозначения, например простирания осей складок, зон резкого или постепенного перехода от одного типа складок к другому. Схема может быть усложнена изображением крапом или раскраской степени унаследованности и переработки структур. Поскольку эти два процесса могут проявляться на разной площади, нужны соответствующие условные обозначения.

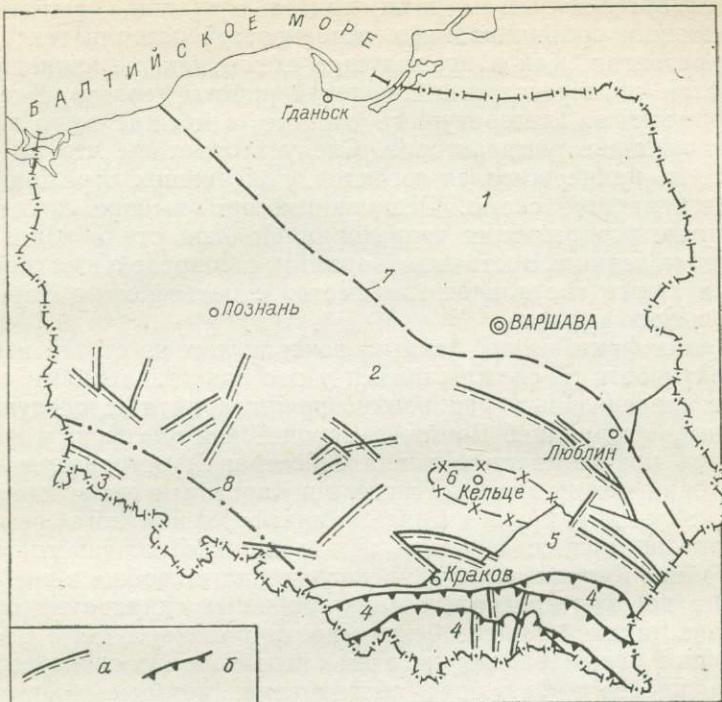


Рис. 19. Схема тектоники Польши (по Б. П. Бархатову и Е. Озонковой, 1974 г. [19]).

1 — Восточно-Европейская платформа (эписреднепротерозойская); 2 — платформеноидная эпирифейская область; 3 — палеозойская складчатая орогеническая система Судет; 4 — альпийская складчатая орогеническая система Карпат; 5 — предгорный орогенный прогиб Карпат; 6 — эпиллатформеноидное Свентокшиское (Келецкое) поднятие; 7 — линия Тейссера; 8 — предполагаемая граница Судет.
 а — крутые разрывы; б — линии надвигов.

Очевидно, что в одних случаях краска охватит большие площади, в других — только отдельные участки.

Попытка показать эти процессы сделана В. А. Зыбиным для Юго-Востока Горного Алтая (рис. 18) [42]. На составленной им тектонической схеме части Горного Алтая наряду с многочисленными структурными элементами отмечены их участки, переработанные в течение более поздних периодов тектонического развития. Однако данная схема из-за нечеткости принятых в легенде понятий (например, «зоны регенерации ранее консолидированных структур тектоническими движениями последующих этапов или циклов»), а также из-за перегруженности обозначениями получилась трудночитаемой, а по содержанию весьма дискуссионной.

В качестве следующего примера рассмотрим условия составления схемы, иллюстрирующей научную работу по региональной тектонике территории Польши (рис. 19) [19]. Основная цель,

которая преследовалась нами при ее создании, заключалась в отражении принципиальных особенностей истории тектонического развития. Как и предыдущие схемы, она не является результатом непосредственной полевой работы геолога. В ее основу положены литературные данные, и прежде всего карты, принадлежащие ряду авторов. Следует отметить, что ни один из них не придерживался взглядов, получивших отражение на рассматриваемой схеме. Решающими при выборе концепции тектонического развития территории Польши стали наши личные наблюдения в Восточных Карпатах и сопредельных районах ГДР, а также визуальное знакомство с рельефом от Варшавы до Польских Карпат.

Анализ фактических данных, почерпнутых из статей и карт, в совокупности со сложившимися у нас представлениями о тектонике сопредельных районов позволил прийти к следующим выводам: 1) границей Восточно-Европейской платформы на юге является так называемая линия Тейссера; 2) история развития территории между линией Тейссера и Карпатами характеризовалась после докембрия эпохами платформеноидного режима, чередовавшимися с эпохами активизации отраженного типа; 3) в районе Келецко-Сандомирского кряжа и вообще в пределах Польши нет каледонских геосинклинальных складчатых сооружений, а также и палеозойских (кроме района Судет). В соответствии с целью работы на схеме использовано очень ограниченное число структурных обозначений, которые позволяют, однако, извлечь довольно сложную информацию о геолого-тектоническом развитии территории.

На аналогичных схемах, весьма широко привлекаемых для иллюстрации региональных очерков и сводных работ, иногда показывают простирание разновозрастных складчатых систем, наносят крупнейшие структурные формы и т. д. При составлении схем методически важно кроме достаточно полной фактической базы, почерпнутой из разных источников, иметь последовательную теоретическую позицию. Например, в рассматриваемом случае линия Тейссера показана нами как граница Восточно-Европейской платформы и платформеноидной эпирейской области. За этими понятиями стоит совершенно определенное толкование истории развития, а следовательно, и определенная позиция автора в отношении представлений о важнейших региональных структурных подразделениях.

Весьма сложную фундаментальную проблему тектоники иллюстрирует схема, составленная А. В. Пейве с соавторами к докладу на МГК в Канаде [118]. Если все предыдущие схемы изображали тектонические особенности верхней части земной коры, то на схеме А. В. Пейве сделана попытка показать формирование земной коры на всю ее глубину. Исходные данные слагались из литературных и картографических материалов по всей территории Евразии. Решающее значение при подготовке

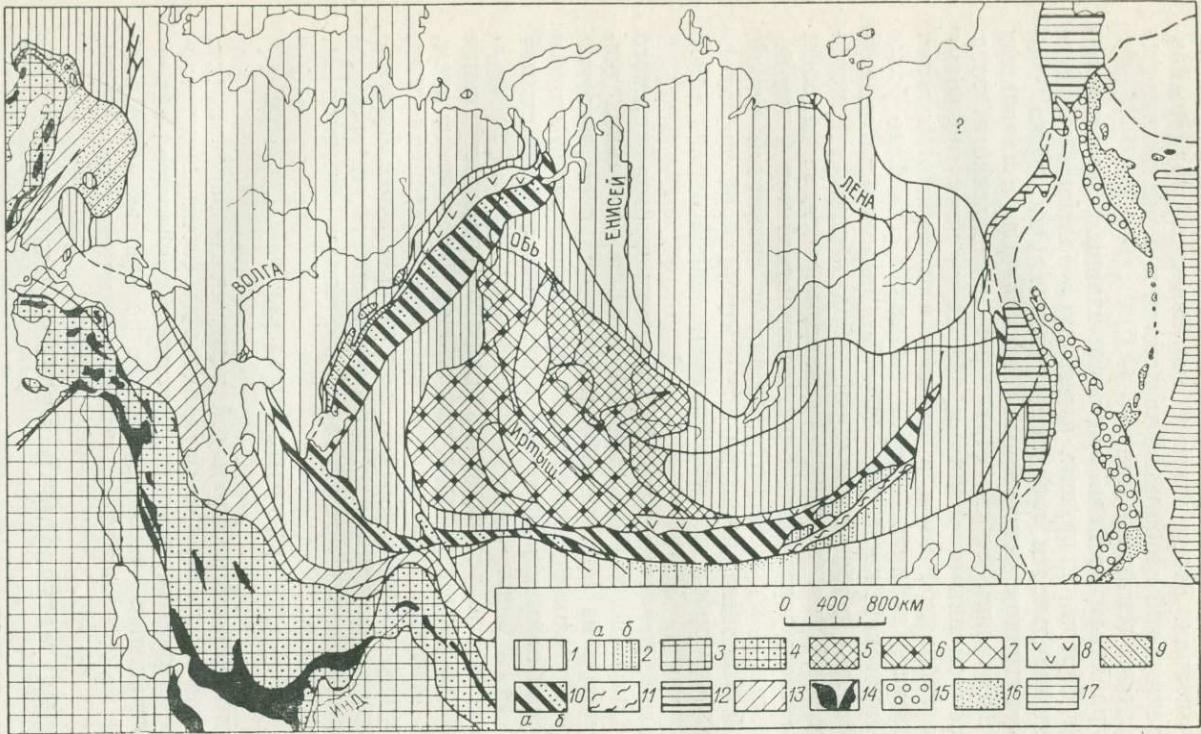


Рис. 20. Время формирования гранитной коры в Евразии (по А. В. Пейве, А. С. Перфильеву и С. В. Руженцеву, 1972 г. [118], схема упрощена).

1—4 — области с гранитной корой, образованной в течение докембра: 1 — древние платформы Лавразии, 2 — области с гранитной корой, которая была утолщена в течение палеозоя (α — в автохтонном залегании, β — в альлохтонном залегании), 3 — древняя платформа Гондваны, 4 — то же, в альлохтонном залегании; области с гранитной корой, образованной: 5 — в конце кембра, 6 — в начале девона, 7—11 — в середине карбона, 12 — в течение мезозоя; 13 — области с разновозрастной гранитной корой, увеличившей мощность в течение кайнозоя; 14 — области с гранитной корой, образованной в неогене; 15, 16 — области с гранитной корой, не закончившей формирование; 17 — современная океаническая кора.

условных обозначений имела теоретическая позиция авторов — признание полной аналогии между начальными стадиями эвгеосинклинального развития и условиями, существующими в современных океанах. Этого мнения, как известно, придерживаются теоретики новой глобальной тектоники и, в частности, сторонники гипотезы тектоники плит.

Авторы проанализировали разрезы главных эвгеосинклинальных зон Евразии и пришли к выводу о большом сходстве в них последовательности образования пород. Они также установили, что внутренеконтинентальные геосинклинали в начальных стадиях представляли собой структуры океанического типа, сходные с современными океанами. На схеме показано время образования гранитной коры в Евразии или, точнее, регионы с разновозрастной гранитной корой, возникшей на базе более ранней, океанической, коры (рис. 20). Так, выделены и оконтурены пространства с гранитной корой, образованной в докембрии, в конце кембрия, в начале девона, в середине карбона, в течение мезозоя; территории с разновозрастной корой, нараставшей в течение кайнозоя; территории с гранитной корой, образованной в неогене; площади с гранитной корой, не закончившей свое формирование; участки современной океанической коры.

Данная схема представляет собой пример картографического отражения одной, но принципиальной стороны глубинной тектоники. Несмотря на простые обозначения, она несет богатую информацию об условиях тектогенеза громадной территории и является первой попыткой проследить историю развития земной коры на всю ее глубину.

В заключение следует отметить широкое распространение в последние годы региональных и глобальных структурных схем, отражающих взгляды сторонников гипотезы тектоники плит. При составлении этих схем важное, если не решающее значение имеют геофизические данные, особенно результаты интерпретации магнитометрических исследований в океанах (см. рис. 12).

СТРУКТУРНЫЕ КАРТЫ

Структурные карты по принятой нами классификации (см. главу III) составляют первую разновидность собственно тектонических карт. Полагая, что они отличаются наибольшей объективностью отражения геологического строения, их часто рассматривают в качестве одного из типов геологических карт [3, 73].

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ЦЕЛЕВОЕ НАЗНАЧЕНИЕ

В качестве исходных материалов для составления структурных тектонических карт обычно служат крупномасштабные геологические карты и геолого-структурные описания отдельных

районов территории, а также геофизические данные. Структурные карты чаще всего составляют в масштабах от 1 : 200 000 до 1 : 10 000, значительно реже — в более мелких, вплоть до 1 : 1 000 000. Как правило, при подготовке карт в масштабе крупнее 1 : 100 000 используются данные структурно-картировочного бурения скважин (до глубины 150—300 м) и материалы по значительному количеству горных выработок.

Структурные карты имеют особо важное значение при поисках залежей нефти, газа и большинства месторождений полезных ископаемых осадочного и остаточного происхождения. В связи с этим многие структурные карты составляют при проведении поисково-съемочных, разведочных и эксплуатационных работ. При поисково-съемочных работах, когда поставлена цель — выявить площади, благоприятные на месторождения нефти, газа и других полезных ископаемых, карты составляют в масштабе 1 : 100 000, 1 : 200 000. При производственных работах, когда подготавливают структуры под разведочное и эксплуатационное бурение или ведение горных работ, строят детальные карты в масштабах 1 : 50 000, 1 : 25 000, 1 : 10 000.

Перед структурными тектоническими картами мелкого масштаба ставят более широкие задачи: показать для крупного региона характер залегания отложений, тип, форму и объем структурных элементов, характер их примыкания друг к другу, возраст горных пород, слагающих каждый сколько-нибудь значительный структурный элемент, и т. д. Эти карты, как мы видим, являются обобщением тектонических особенностей более или менее крупных регионов, что позволяет раскрыть тектонику осадочно-метаморфической оболочки земной коры.

ПРИЕМЫ И УСЛОВИЯ СОСТАВЛЕНИЯ

На тектонических картах структурные формы могут быть изображены тремя основными способами: 1) изолиниями; при этом площадную картину формы залегания геологических тел получают с помощью линий одинаковых высот определенных поверхностей раздела (несогласий, границ между разнородными литологическими комплексами, маркирующих слоев, стратиграфических подразделений и т. д.); 2) линиями; при этом структурные формы показывают линейными условными обозначениями; примером может служить нанесение линий преобладающего простирания структур, осей складок разного типа и возраста; 3) закраской или штриховкой; при этом выделяют площади с разным характером структурных форм. Иногда все три способа применяют одновременно; на структурных картах используют в основном способ изолиний, позволяющий наиболее объективно отразить морфологию изученной структуры.

Существенные различия в приемах составления карт обусловлены их масштабом и неодинаковой сложностью строения

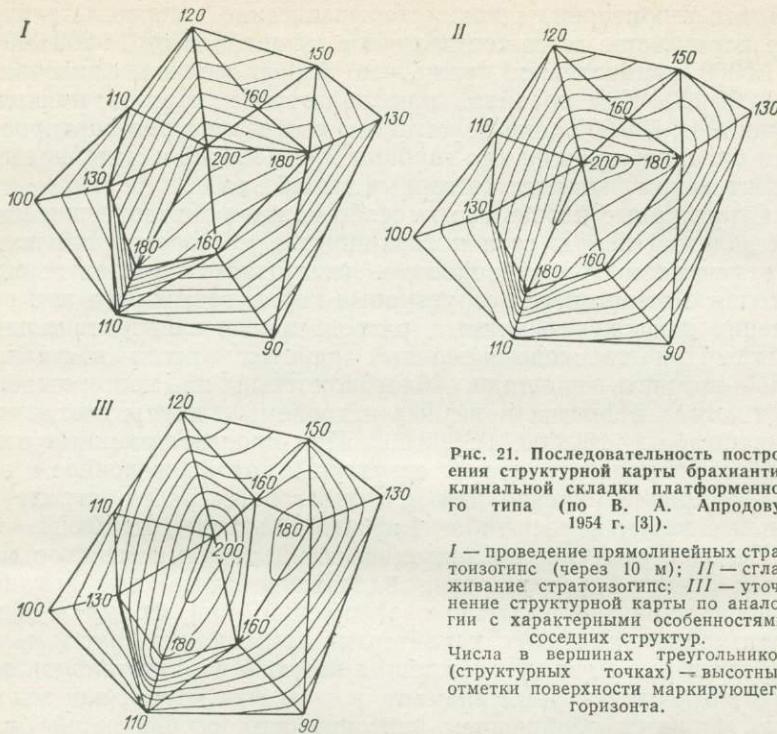


Рис. 21. Последовательность построения структурной карты брахиантинклинальной складки платформенного типа (по В. А. Апродову, 1954 г. [3]).

I — проведение прямолинейных стратотзогипс (через 10 м); II — сглаживание стратотзогипс; III — уточнение структурной карты по аналогии с характерными особенностями соседних структур.
Числа в вершинах треугольников (структурных точках) — высотные отметки поверхности маркирующего горизонта.

территорий, хотя основной способ изображения структурных форм остается неизменным. Приемы создания крупно- и среднемасштабных карт для относительно просто построенных районов освещены в ряде работ [3, 32, 56, 66, 97]. В них много внимания уделено структурной съемке, предваряющей составление карт данного типа, поэтому мы рассмотрим только сам процесс построения карт.

Крупно- или среднемасштабную структурную карту строят, чтобы изобразить поверхность геологического тела, которое может быть сложено осадочными, магматическими или метаморфическими породами. Для этого собирают все данные о гипсометрическом положении выбранной поверхности. Высотные отметки этой поверхности определяют по наблюдениям на дневной поверхности, по результатам бурения или глубинного геофизического зондирования. Количество структурных точек на 1 км² варьирует от 0,6—0,3 для масштаба 1 : 200 000 до 6—12 для съемки 1 : 10 000.

По высотным отметкам структурных точек интерполяцией находят положение стратотзогипс маркирующего горизонта или другой исследуемой поверхности (рис. 21). При наличии разрывных нарушений структурные карты сильно усложняются.

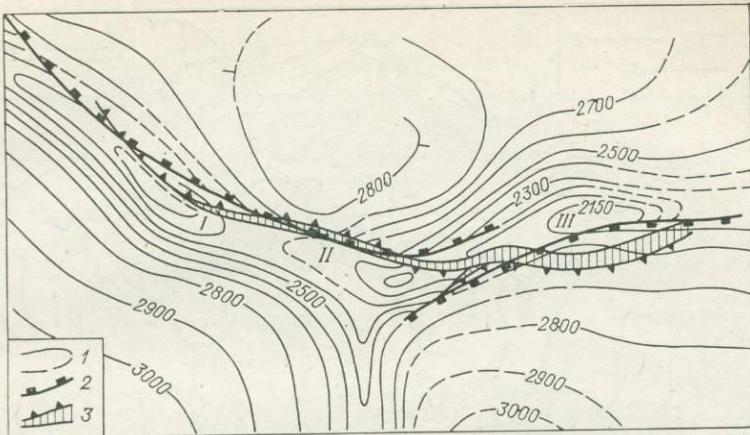


Рис. 22. Структурная карта одного из районов Туранской плиты (по Ф. М. Мирхамидову, 1966 г. [52]).

1 — изогипсы кровли юрских отложений, м; дизъюнктивные нарушения: 2 — по данным МОВ, 3 — по данным РНП.
Антиклинали: I — Келийская, II — Северо-Байрам-Ал'ysкая, III — Шараплинская.

Сбросы отображаются смещением стратоизогипс, увеличением или уменьшением ширины ядра складки. Пример нарушенных разрывами относительно простых складок, построенных по данным сейсмических работ, показан на рис. 22 [52]. В качестве примера карты для значительной территории приведем схематизированную структурную карту части Русской платформы к востоку от Куйбышева (рис. 23). Структурная нагрузка в стратоизогипсах по кровле нижнеказанских отложений дополнена показом локальных структур при помощи линейных обозначений. Наряду с объективным и точным отражением морфологии исследуемой поверхности эта карта содержит весьма ограниченную информацию о тектонике данной территории.

Сложнее выглядит карта той же территории, на которой кроме изолиний кровли нижнеказанских отложений показан рельеф кровли верхнего карбона, а также даны изопахиты комплекса слоев, залегающих между этими поверхностями (рис. 24). Такая нагрузка позволяет получить объемное представление о части внутренней структуры региона. Практически можно еще больше усложнить карту — нанести несколько структурных поверхностей, обозначив их разными знаками или линиями разного цвета, однако читаемость карты при этом резко ухудшается, поэтому такие дополнения нежелательны. Для получения более полной информации о внутренней структуре, тектоническом районировании, истории развития необходимо составлять серии карт для многих поверхностей раздела современной структуры.

В качестве примера мелкомасштабной структурной тектонической карты для сложно построенного региона назовем карту

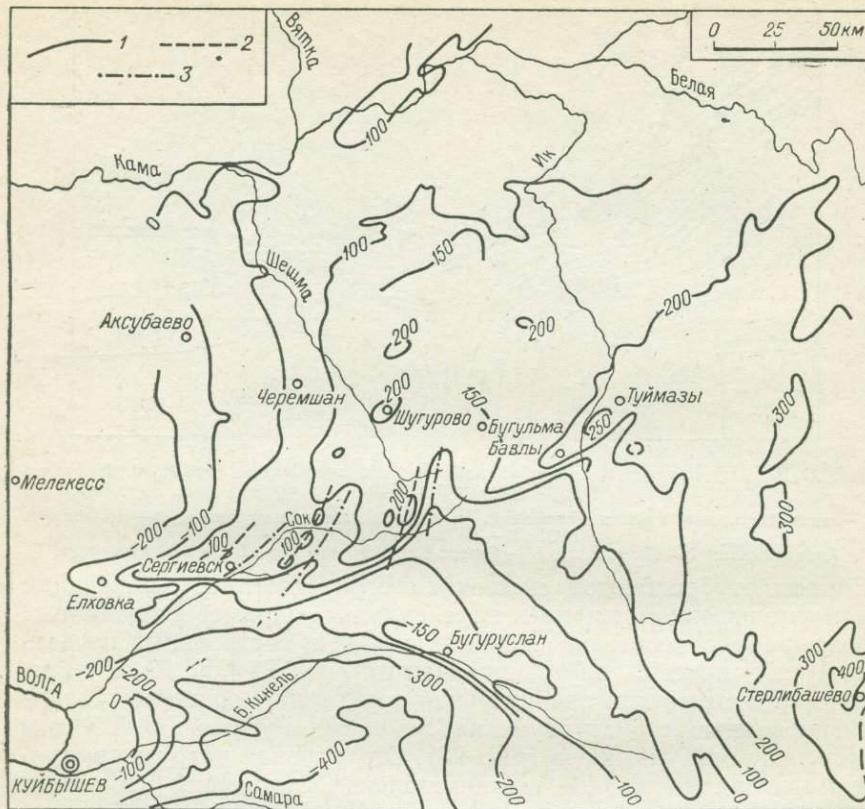


Рис. 23. Схематическая структурная карта по кровле нижнеказанских отложений (по Н. Н. Форшу, 1953 г. [97]).

1 — стратоизогипсы, м; оси локальных структур: 2 — поднятий, 3 — прогибов.

Кавказа, составленную Л. А. Варданянцем [83], масштаб карты 1 : 1 000 000. Л. А. Варданянц попытался изобразить методом изолиний весьма сложную складчато-разрывную структуру, считая, что таким образом можно дать наиболее полную информацию о тектоническом строении региона.

Л. А. Варданянц резонно указывает, что в тех случаях, когда исследуемый район имеет равнинный рельеф, строить структурную карту не всегда обязательно, так как уже на геологической карте можно видеть все особенности залегания пород и расположение структур, даже если они складчатые. Для областей со слабо расчлененным рельефом также можно составлять не структурную, а пластовую карту, представляющую собой горизонтальный срез на уровне, близком к дневной поверхности. При этом получается достаточно отчетливая картина структуры

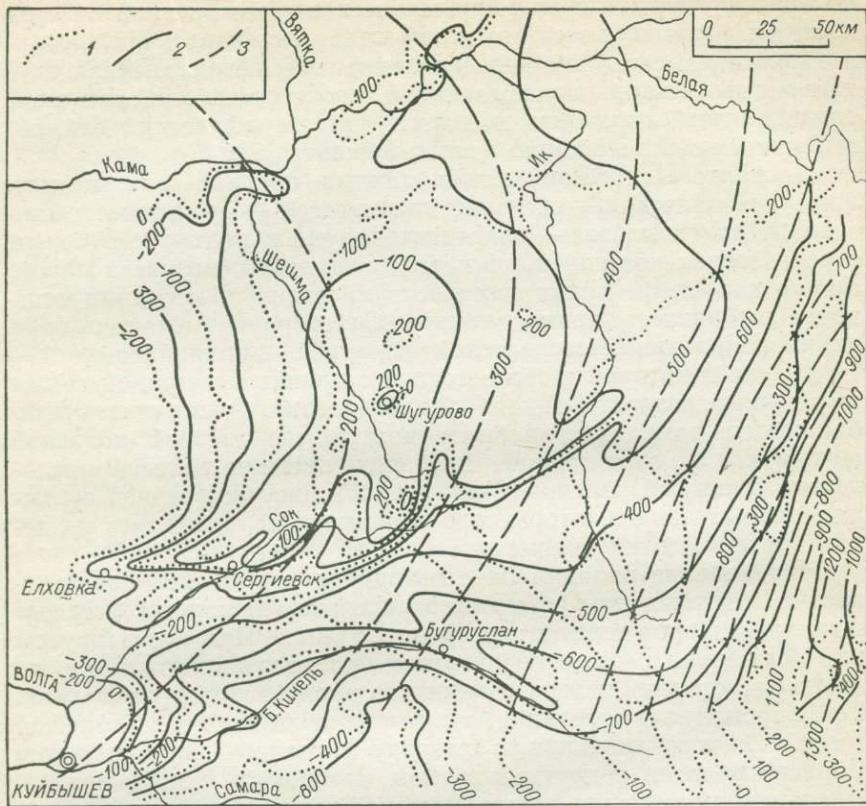


Рис. 24. Схематическая структурная карта по кровле нижнеказанских и верхнекарбоновых отложений (по Н. И. Форшу, 1953 г. [97]).

Стратоизогипсы кровли отложений, м: 1 — нижнеказанских, 2 — верхнекарбоновых; 3 — изопахиты комплекса слоев, залегающих между кровлями карбоновых и нижнеказанских отложений, м.

и нет необходимости показывать оси, шарниры складок и другие элементы.

Иначе обстоит дело в случае территорий со сложным рельефом, когда выходы отдельных пластов и свит рисуются на геологических картах очень сложными линиями, которые дают искаженную форму структур. Применять обычную пластовую карту нельзя, так как потребовалось бы проводить горизонтальный срез на глубине до 2—3 км от вершинной поверхности. Учитывая это обстоятельство, Л. А. Варданянц предложил составлять такую пластовую карту, в которой срез представляет собой пологую волнистую поверхность, близкую к среднему рельефу местности. На некоторых участках эта поверхность проходит над современным дневным рельефом, и здесь следует достроить те части структур, которые уже уничтожены эрозией;

на других участках срез располагается глубже дневной поверхности, и тогда строится типичная пластовая карта. На составленной таким способом карте главным элементом рисунка служат черные линии, показывающие простирание той или иной толщи, свиты, горизонта и других стратиграфических единиц, выбранных соответственно масштабу карты [83].

На карте Л. А. Варданянца такими подразделениями явились: для палеозоя — системы, для мезозоя — преимущественно отделы, для кайнозоя — подотделы, ярусы и подъярусы. Около стратоизогипс поставлены буквенные индексы возраста пород, а само положение линии соответствует примерно середине мощности выбранного подразделения. Со стороны лежачего бока линия сопровождается цветной полоской шириной около 1—1,5 мм, цвет которой в соответствии с принятой легендой также показывает возраст данного подразделения. Антиклиналь изображается замкнутым черным контуром с цветной полоской внутри его, у синклиналей, наоборот, цветная полоска расположена снаружи контура. Моноклиналь рисуется серией субпараллельных линий, которые протягиваются не замыкаясь на десятки и даже сотни километров.

Направление падения пластов определяется последовательностью цветных полос и дополнительно оттеняется черным штрихом, направленным в сторону падения. При очень крутом или вертикальном падении штрих имеет излом под прямым углом, одна сторона которого вытянута вдоль линии простирания. При опрокинутом залегании штрих изогнут крючком, свободный конец которого обращен в сторону лежачего бока пластов. Сбросы, надвиги и другие разрывы сплошности пород, прослеженные и несомненно существующие, показываются сплошной красной линией, предполагаемые — штриховой.

Горсты и грабены не имеют специальных знаков, так как выявляются по ограничивающим разрывам и цвету изолиний, но площадь небольших горстов и грабенов может быть закрашена цветом, соответствующим возрасту слагающих их пород. При больших размерах таких структур показано их внутреннее строение. Более отчетливо, чем на геологической карте, пунктиром и цветной каймой изображены структурные несогласия. Тела интрузивных пород ограничены на карте либо сплошной тонкой черной линией, если контакт интрузивный, либо черным пунктиром, если окружающие породы налегают на интрузив трансгрессивно. В последнем случае вдоль точечного пунктира дана цветная полоска, показывающая возраст трансгрессирующй толщи. Интрузии разделены на группы по составу и возрасту; эфузивы особо не отмечены и показаны в составе одновозрастных осадочных образований.

Описанный способ изображения тектоники позволяет определить верхний и нижний предел возраста структурных комплексов, оставляя открытым вопрос об условиях формирования.

По мнению Л. А. Варданянца, можно показать также и главный этап формирования структурной зоны или комплекса. Для этого рисунок структур следует накладывать не на белый, а на бледно окрашенный фон, цвет которого соответствует времени формирования структуры. Карта может нести более полную информацию, если дополнительно обозначить фации и мощности. Для этого ширина цветной полоски должна быть не менее 2—3 мм, чтобы поместить крап фаций, а толщину черной линии следует изменять в соответствии с обозначенной в легенде малой, средней и большой мощностью.

Предложенная карта не отличается существенно от геологической. На ней несколько более выпукло отражены характер залегания отложений, тип, форма и объем структурных элементов, характер их примыкания друг к другу. Как и на геологической карте, здесь показаны возраст горных пород, слагающих каждый структурный элемент, все значительные несогласия, разрывы, окна размыва, останцы покровов и т. д. Достоинством такого типа карт является их объективность. Они дают фактическое положение вещей, а не субъективную интерпретацию этого положения. Весьма существенно, что при масштабе 1 : 1 000 000 удается показать почти все достаточно большие структуры и их детали, которые на обычных геологических картах той же территории могут быть отражены лишь при масштабе 1 : 200 000 или еще более крупном.

В заключение следует констатировать в качестве положительных сторон структурных карт их объективность, наглядность и относительную простоту нагрузки даже для сложно построенных районов. Недостатком карт, особенно крупномасштабных, является ограниченность помещенной на них информации, а также возможность произвольного толкования развития и происхождения структур, что характерно в основном для мелкомасштабных карт. Как было отмечено, одним из наиболее распространенных методов составления структурных карт следует считать изображение структурных форм при помощи изолиний. В последние годы широко внедряются математические методы обработки геологической информации; при построении карт изолиний применяют решение задачи на ЭВМ. При этом рассчитывается регулярная сетка пунктов наблюдения и вычисляются координаты точек изолиний [110].

СОБСТВЕННО ТЕКТОНИЧЕСКИЕ КАРТЫ

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Карты этого типа основываются на наиболее полном комплексе фактических данных, позволяющих охарактеризовать все стороны тектонического строения и развития земной коры.

При составлении обзорных карт эти сведения черпаются из литературных источников, но в основном привлекаются материалы, собранные и обобщенные по отдельным территориям их непосредственными исследователями. Понятно, что чем теснее составитель или составители в лице редколлегии связаны с изучением того или иного региона, тем с большей глубиной может быть дана тектоническая интерпретация. Каким бы эрудированным ни был редактор, обзорная тектоническая карта всегда является произведением коллективным.

При работе над созданием региональной карты более важную роль играют материалы личных исследований составителей. Существенно меньшая площадь, а в связи с этим и меньший объем информации позволяют даже одному исследователю глубоко познать геологическое строение региона. Поэтому над региональной картой работает ограниченное число исполнителей, а иногда и один; при этом в полном объеме должны быть использованы литературные и картографические материалы. Основой для составления региональной карты служит геологическая карта аналогичного масштаба или более детальная.

Крупномасштабные собственно тектонические карты составляются редко; обычно их заменяют увеличенные и несколько детализированные выкопировки из региональных карт.

ЦЕЛЕВОЕ НАЗНАЧЕНИЕ

Собственно тектонические карты в настоящее время получили широкое распространение. Они составлены для отдельных материков, территорий многих стран, крупных регионов [54, 95]. Целевое назначение карт этого типа разнообразно. Прежде всего они наглядно обобщают чрезвычайно объемную геолого-тектоническую информацию. Исходные теоретические позиции авторов карт в процессе работы корректируются благодаря анализу обширного материала. Другой важной задачей является углубление знаний о закономерностях развития земной коры, что способствует развитию теории тектогенеза. Так, именно в процессе составления тектонических карт конкретизированы понятия о тектонических режимах, региональных и возрастных тектонических подразделениях, уточнены представления о начальных и конечных моментах геосинклинального развития, подчеркнуто самостоятельное значение орогенического режима, развиты идеи о молодых платформах, койлогенах, или платформеноидах, об эволюции тектогенеза во времени. Кроме того, существенно уточнены представления об этапности развития в течение цикла или периода тектогенеза, эволюции магматизма, связи тектонической зональности с глубинными разломами, эволюции складчатости в течение геосинклинального цикла, особенностях развития срединных массивов и т. д.

Таким образом, собственно тектонические карты позволяют вскрыть противоречия и спорные вопросы тектоники, установить или уточнить закономерности в развитии земной коры; они способствуют рождению новых идей, выявляя не известные ранее связи, и, следовательно, играют заметную роль в процессе теории тектогенеза. Квалифицированно составленная обзорная карта становится заметным явлением в науке; она не только служит наглядной картиной, подводящей итоги нашим знаниям о тектонике большого участка земной коры, но и выразительно демонстрирует достижения теоретической геологии вообще.

Другой важной целью, преследуемой при создании собственно тектонических карт, является разработка теоретической, воплощенной в конкретные геологические образы основы для построения различных прогнозных карт, в первую очередь на те или иные полезные ископаемые. Действительно, геологическая карта даже высокого качества не дает всех сведений, необходимых для прогнозирования, и только собственно тектоническая карта, всесторонне раскрывающая историю развития земной коры, может служить надежной основой для металлогенической карты. Обзорные карты выполняют и еще одну не менее важную функцию, являясь геолого-тектоническим справочником как по региональной, так и по теоретической тектонике. Наконец, карты этого типа служат обязательным иллюстративным учебно-методическим пособием в учебных заведениях соответствующего профиля.

ПРИЕМЫ И УСЛОВИЯ СОСТАВЛЕНИЯ

Методы составления обзорных карт обстоятельно рассмотрены в книге Т. Н. Спижарского [76]. В ней освещены теоретические основы тектонического районирования, методологические вопросы, классификация тектонических возрастных и региональных подразделений, способы их изображения, характеристика типов тектонических режимов и построение легенд. В сжатом виде эти вопросы затронуты нами в предыдущих главах. Здесь мы остановимся на тех сторонах методики работы над картами этого типа, которые в литературе освещены еще недостаточно и являются дискуссионными.

Прежде всего напомним требования, которые предъявляются современной тектонической картографией к собственно тектоническим картам. На этих картах необходимо провести тектоническое районирование, изобразить морфологию структурных форм, отразить историю развития на всем протяжении существования земной коры, т. е. показать последовательность и тип тектонических режимов, формационное выполнение соответствующих им структурно-формационных комплексов, а также генезис возникших при этом структурных форм.

Обзорные карты составляют обычно в масштабе 1 : 2 500 000 и более мелком; они могут охватывать площадь всего земного

шара, отдельных материков или их частей. Вполне понятно, что подготовка таких карт требует большой эрудиции, специальных знаний и определенной теоретической позиции. Некоторые тектонисты отрицают необходимость теоретической позиции, ссылаясь, что она порождает предвзятость, субъективизм и заставляет стремиться не столько выяснить сущность геолого-тектонических процессов, сколько втиснуть их в искусственное ложе идеи. Следует иметь в виду, однако, что карта, в основе которой нет определенной теоретической концепции, может рассматриваться лишь как карта фактического материала или, как ее иногда называют, аналитическая. Почти не отличаясь от геологической, она отражает промежуточный этап в процессе работы над окончательным вариантом, синтезирующим весь фактический материал с позиций одной концепции или определенных теоретических представлений. Некоторый субъективизм тектонических карт — их недостаток, но поиск новых объяснений и является стимулятором для развития теории.

До последнего времени все обзорные собственно тектонические карты составлялись на основе геосинклинально-платформенной концепции развития земной коры и, следовательно, проблема выбора главной теоретической позиции отсутствовала. Однако даже в рамках единой концепции у исследователей бывает немало разнотечений. В зависимости от выбора теоретической позиции по той или иной проблеме существенно меняется трактовка истории развития земной коры. Покажем это на примерах.

Обратимся еще раз к строению архипелага Шпицберген (см. главу II). В работах зарубежных и советских геологов, на тектонических картах, и в том числе на карте Евразии под редакцией А. Л. Яншина, или весь архипелаг, или его западная половина рассматривается как часть каледонского складчатого пояса. Мы уже отмечали, что анализ формаций и структур архипелага позволил нам показать несостоятельность выделения здесь каледонской складчатой системы, поскольку на Шпицбергене отсутствовал раннепалеозойский геосинклинальный режим [13]. Почему же на карте Евразии архипелаг относят к каледонской складчатой системе? Это можно объяснить только определенными теоретическими представлениями авторов: горообразование как тектонический процесс обязательно предваряется геосинклинальным режимом; поэтому те палеозойские складчатые области и зоны, в пределах которых отложения девона целиком или в значительной своей части представлены континентальными красноцветными или красноцветно-эффузивными формациями, отнесены к каледонидам [78].

Другой пример касается двух обзорных карт, авторы которых придерживались разных принципов при их составлении. Имеется в виду тектоническая карта Европы под редакцией А. А. Богданова и других и тектоническая карта СССР под

редакцией Т. Н. Спижарского. Принципы построения этих карт неодинаковы, но одна из теоретических проблем о полициклическом развитии складчатых областей получила на них близкое решение. Так, на обеих картах территории Северного Кавказа изображена как область, прошедшая сначала в палеозое, а затем в мезо-кайнозое геосинклинальное развитие. Особенно отчетливо это читается на карте Т. Н. Спижарского. Такая позиция не соответствует современным данным, так как Северный Кавказ, ограниченный на юге Тырныаузской зоной разлома, представляет собой позднепалеозойскую складчатую систему, которая, судя по формациям, магматизму и структурам, позже не подвергалась геосинклинальным процессам, т. е. она является моноциклической [14]. На той же карте под редакцией Т. Н. Спижарского весь Казахстан изображен как сложная полициклическая система. Это тоже дискуссионный вопрос, так как области, захваченные каледонским геосинклинальным развитием, территориально не совпадали с позднепалеозойской геосинклиналью. Как мы видим, и в данном случае от принятой теоретической позиции зависит трактовка истории развития региона.

С еще большими расхождениями мы встретимся, если сравним теоретические позиции фиксистов и мобилистов. Так, если составлять тектоническую карту Альпийского пояса с позицией мобилизма, активно поддерживаемых А. В. Пейве и другими учеными, то придется показать, что Крым и Кавказ «... возникли в результате тектонического скучивания двигающихся с юга на север масс» [64, с. 17]. В результате этих горизонтальных движений образовались каким-то образом Черное и Южно-Каспийское моря, почти лишенные гранитного слоя и подстилаемые толщей нескладчатых осадков мощностью 12—15 км. Кроме того, по мнению А. В. Пейве, докембрийские массивы в Альпийском поясе, например Грузинская глыба, должны быть изображены в виде аллохтонов, расположенных на возможно нефтеносных породах мезо-кайнозоя [14]. Еще более существенные дополнения к трактовке истории развития земной коры должны быть отражены на карте, которая составлялась бы на принципах, впервые предложенных А. В. Пейве в докладе на МГК в Монреале. При их реализации решающую роль играет теоретическая позиция, заключающаяся в признании полной аналогии между начальными стадиями эвгеосинклинального развития и условиями, существующими в современных океанах [74, 117].

Перечисленные примеры показывают, что выбор теоретической позиции отражается прежде всего на трактовке истории развития земной коры, а следовательно, на ее районировании и оценке генезиса структур, в меньшей мере он влияет на изображение морфологии структурных элементов и структурных форм.

Обзорные карты

Обратимся к тектоническому районированию и его отражению на обзорных картах. В соответствии с целевым назначением такого рода карт на них должны быть обособлены тектонические регионы — участки земной коры, характеризующиеся определенной структурой, возникшей под воздействием определенных тектонических движений. Тектонические регионы выделяются на основании как сходства, так и различия в структуре. В первом случае регионы характеризуются обычно аналогичными условиями развития, во втором их история в той или иной мере должна различаться. Выделение таких регионов имеет важное значение как для решения многих теоретических задач о строении и развитии земной коры, так и для выяснения чисто практических вопросов, в первую очередь связанных с прогнозным экономическим районированием на полезные ископаемые.

Принципы тектонического районирования зародились с установлением вертикальной и горизонтальной неоднородности земной коры. Они эволюционируют по мере развития теоретических основ тектоники: представлений о глубинном строении земной коры, классификации тектонических движений, учения о тектонических режимах и формациях. Со времен Л. Эли де Бомона и Д. Дана для тектонического районирования используют структурно-исторические признаки строения земной коры [76]. Эти признаки весьма разнообразны как по существу, так и по классу (порядку) единиц районирования, и их можно использовать в разных сочетаниях. До последнего времени отчетливо прослеживалось два главных направления в принципах районирования.

В первом главный акцент при районировании делается на историзм, во втором — на особенности строения (структуре). Сущность первого направления, исторически более раннего, в современной модификации заключается в выделении регионов земной коры по времени, к которому приурочено качественное изменение тектонических условий в результате складчатости. По первоначальным представлениям эти изменения сводятся к переходу от геосинклинального развития к платформенному, при этом внимание акцентируется лишь на времени завершения складкообразовательных процессов. С этих позиций на карте в качестве главных региональных подразделений показывают складчатости разного возраста.

В нашей стране этот метод первым применил Ф. Н. Чернышев (см. рис. 3 [104]), а затем его использовали Д. В. Наливкин (см. рис. 10 [59]) и М. М. Тетяев для тектонических карт-схем и А. Д. Архангельский и Н. С. Шатский для собственно тектонических обзорных карт (см. рис. 11 [5]). Сторонники метода неоднократно подчеркивали объективность выделения решаю-

щих моментов в истории развития. Таким моментом, писал А. Д. Архангельский, является для каждого участка земной коры эпоха последней интенсивной геосинклинальной складчатости, после которой геосинклиналь, утрачивая свои свойства, перерождается в платформу [90]. Достоинства и недостатки этого принципа неоднократно обсуждались в литературе. Так, еще Н. С. Шатский указывал, что наиболее совершенное тектоническое районирование должно основываться на всей истории развития складчатых систем — от их зарождения до превращения в платформу. Однако из-за дискуссионности представлений о времени и условиях заложения (начала) геосинклинального процесса этот принцип не был использован. Н. С. Шатский писал: «Мы не знаем, развитие каких структур привело к образованию геосинклинальных областей» [108, с. 12]. Подробно возрастной принцип районирования рассмотрен в монографии Т. Н. Спижарского [76], поэтому мы проанализируем лишь наиболее существенные, с нашей точки зрения, сильные и слабые его стороны.

Время завершения геосинклинального развития, несомненно, является одним из наиболее объективных и важных признаков при районировании, но на современном уровне изученности земной коры, учения о тектонических режимах, условиях заложения и завершения геосинклинального процесса, знаний о формациях только этого признака уже недостаточно. Сами сторонники возрастного метода реализуют его на картах непоследовательно. Так, в соответствии с этим принципом на карте должны быть выделены разновозрастные платформы и современные геосинклинали, а в действительности изображаются области складчатости разного возраста и чехлы платформ. Невозможность охватить все многообразие тектонических регионов проявилась особенно ярко в объяснительной записке к тектонической карте Европы, в которой описание регионов проведено, по существу, на основе другого — структурно-исторического — подхода.

Выяснилось также, что окончание геосинклинального развития в складчатых областях, считавшихся при типизации одновозрастными, например варисцийскими, проходит асинхронно. Следовательно, распределение регионов по возрасту складчатости, принятое на рассматриваемых картах и берущее начало в представлениях о планетарных фазах тектогенеза, непригодно или существенно условно. Обозначения на таких картах даны в виде структурных этажей и ярусов, намеченных по стратиграфическому принципу. Для региональных тектонических подразделений в связи с этим принята не тектоническая, а геохронологическая терминология: складчатые области ранне-, позднепалеозойские, мезозойские, кайнозойские.

Мы видим, что этот метод ведет, по существу, к тектонической стратиграфии, основанной на неверных предпосылках об одновременности проявления эпох и фаз складчатости на всей

Земле, а не к подразделению земной коры на тектонические регионы, различающиеся временем и типом тектонических движений. Качественная сущность структурных этажей и ярусов, которая отражала бы условия их формирования, остается вскрытоей неполно. На картах не показаны тектонические режимы, под воздействием которых формируются регионы с начала их обособления. На последних обзорных картах, где использовано районирование по возрасту складчатости, например на карте Евразии, внесены дополнения на основании структурного и формационного анализа. Так, выделены структурные ярусы, подчеркнувшие границы орогенических областей, а также различные структурные регионы в акваториях океанов.

Метод районирования по возрасту складчатости, сыграв важную роль в развитии тектонической картографии, в настоящее время в своем первоначальном виде практически не применяется. Учитывая дополнения, к которым прибегают его сторонники, можно констатировать коренную модернизацию этого метода и сближение его со структурно-историческим. Сторонники структурно-исторического направления проводят тектоническое районирование по особенностям строения (по структуре) региона, что определяется тектоническими режимами, проявившимися в течение всей истории развития региона с момента его возникновения [76].

Основные положения принципов районирования «по типам тектонического развития» были впервые сформулированы в известной работе В. В. Белоусова [21], к ней была приложена тектоническая карта мира в масштабе 1 : 100 000 000. Уже само название принципа районирования указывает на важную роль, которую отводит автор пониманию типа развития, а следовательно, и его истории. На тектонической карте мира цветом показаны разные по происхождению комплексы структур и пород, т. е. то, что мы называем структурно-формационными комплексами. Цветом этих комплексов закрашены различные регионы земной коры.

К наиболее крупным отнесены области на материковой и океанической коре. Первые в свою очередь разделены на альпийские геосинклинали, альпийские платформы и области активизации и океанизации. В альпийских геосинклиналях цветом, который соответствует специальному структурно-формационному комплексу, выделены срединные массивы, геосинклинали с мезозойской инверсией, парагеосинклинали и передовые прогибы. В альпийских платформах показаны выходы докембрийского, в том числе байкальского, фундамента и, кроме того, антеклизы и синеклизы на докембрийском, каледонском, герцинском основании. К областям активизации и океанизации отнесены те регионы, где проявились молодые интенсивные прогибания, платобазальтовый магматизм и присутствуют островные океанические дуги. Акватории океанов подразделены на

районы с океанической и переходной корой, на глубоководные впадины, океанические рвы и валы, в том числе срединно-оceanические хребты. История развития на этой карте читается по происхождению и соотношению комплексов.

Для примера обратимся к районам, показанным как антеклизы на герцинском складчатом основании (закрашены коричневым цветом). Развитие таких районов читается как история палеозойских геосинклиналей, закончивших свое становление в конце палеозоя, после чего происходило поднятие этих территорий, иногда довольно интенсивное. Из-за мелкого масштаба карты контуры структур и смысл многих тектонических терминов генерализованы, но, несмотря на это, история развития областей на материковой коре читается вполне удовлетворительно. Что касается океанической коры, то показанные на ней структуры не несут какой-либо историко-тектонической информации, т. е. районирование акваторий океанов проведено только по структурному принципу.

Карта В. В. Белоусова относится к мелкомасштабным картам или тектоническим схематическим картам, однако даже по ней можно видеть те преимущества, которые дает изображение развития через типы движений или режимов. Раскрытие истории здесь не ограничивается показом времени завершения геосинклинального развития, а выделение регионов первого, второго и третьего порядка вполне обоснованно*.

Структурно-исторический метод и связанная с ним терминология особенно основательно разработаны Т. Н. Спижарским при составлении обзорных тектонических карт СССР в масштабах 1 : 2 500 000 и 1 : 7 500 000. Карты и монография этого автора вызвали критические замечания отдельных геологов [60]. Только с некоторыми из них можно согласиться, большинство же объясняется дискуссионностью многих вопросов тектоники и терминологии.

Рассмотрим основные положения структурно-исторического метода районирования (или районирования «по типу строения»), его достоинства и недостатки, перспективы применения для обзорных карт. Основная идея гласит, что районирование производится с учетом особенностей развития структуры в течение всей истории региона с момента его возникновения, т. е. обособления в тех границах, которые изображены на карте [76]. Таким образом, если районирование по возрасту складчатости учитывает только заключительный момент развития региона (геосинклинали) и переход его в другое качество, то структурно-

* После написания этого раздела вышла книга В. В. Белоусова «Основы геотектоники» [23], в которой помещена обновленная схема тектоники Земли. Наряду с достоинствами по сравнению с предыдущей на ней есть и некоторые промахи, например, каледонские, герцинские и тихоокеанские складчатые пояса названы в современной структуре геосинклиналями.

исторический метод прослеживает особенности развития в течение всей истории с момента выделения региона.

Посмотрим, как реализован этот принцип в легенде и на картах (обзорные карты обоих масштабов составлены на основе одних и тех же принципов). Легенда карты (достаточно сложная) дает наглядное представление о наличии в пределах территории СССР тектонических регионов, относящихся по типу развития к разному порядку. Все они, от самых крупных до малых, намечены действительно по структурно-историческому признаку, но для каждого из них признаки совершенно неравнозначны, что вполне правомерно, поскольку объекты разных порядков отражают разные уровни организации структуры земной коры. Наиболее крупные регионы выделены по типу коры: океанической, континентальной, геосинклинальной. Региональные структуры следующей градации в пределах континентальной коры (они наиболее многочисленные) намечены по границам распространения последнего тектонического режима. Так выделены платформы, койлогены, орогенические складчатые и геосинклинальные системы.

Еще более мелкие региональные подразделения (например, срединные массивы) очерчены по границам последнего геосинклинального структурно-формационного комплекса, по типу развития и особенностям магматизма. Мы видим, что древние структурно-формационные комплексы, подстилающие выделенные регионы, в тектоническом районировании, показанном на карте, никакой роли не играют. Если учесть, что большинство складчатых орогенических систем построено четырьмя или более разными по происхождению структурно-формационными комплексами, то по крайней мере два нижних из них при районировании по типу развития не могут быть учтены. Вместе с тем легенда позволяет принимать во внимание строение этих комплексов при чтении истории тектонического развития. Так, по карте видно, что для многих обособленных сейчас соседних районов тектонические условия в течение предшествующих периодов развития были одинаковыми. Например, в Туранской области по легенде под койлогенным комплексом, по контурам распространения которого она была выделена, развиты структуры Тянь-Шаньской складчатой системы. Они, естественно, не использованы для выделения койлогенного региона, но позволяют проследить историю его развития на большую глубину.

Куньлуньская и Каракорумская складчатые системы до раннего карбона, судя по легенде, находились в одинаковом омо-геосинклинальном (платформенOIDном) режиме, но это не могло быть показано при разделении систем; ранний карбон учтен как нижний возрастной предел, после которого началась дифференциация тектонических условий и заложились обе системы. Куньлуньская система этого времени вступила в геосинклинальное развитие, и это позволило отделить ее от Каракорум-

ской системы, где геосинклинальный период начался только с позднего триаса.

Приведенные примеры показывают, что принцип, сформулированный Т. Н. Спижарским, в большинстве случаев выдержан и в легенде и на карте, поэтому замечание группы авторов [60], что «районирование, проведенное на тектонических картах СССР... строго говоря, не отвечает тем принципам, которые Т. Н. Спижарский сформулировал в своей монографии», является необоснованным. Только для некоторых районов контуры, принятые на карте, действительно не соответствуют принципам районирования по типу развития. Например, весь Тянь-Шань и Памир, подвергающиеся орогеническим процессам, в современной структуре имеют аналогичное строение и должны быть показаны как единая орогеническая система, но на карте они отнесены к разным складчатым системам, так как различаются историей доорогенической структуры.

Мы видим, что в одних случаях разделение регионов проведено по типу последнего комплекса, а в других — по особенностям предпоследнего структурно-формационного комплекса. Судя по схеме классификации региональных тектонических подразделений [76], объекты первого и второго порядка выделены на карте по типу последнего структурно-формационного комплекса, а объекты третьего порядка, например складчатые системы,— по особенностям предпоследнего или даже более древнего комплекса. Эти факты указывают на существование некоторых шероховатостей в обосновании районирования и проведения границ между тектоническими регионами. Так, на упомянутойся уже карте под редакцией Т. Н. Спижарского вызывает возражение показ Казахстанской складчатой системы в виде сложной полициклической области. При ином подходе вся эта область распадается на несколько моноциклических складчатых систем. Аналогичное замечание относится к Кавказу, где вместо единой системы следует обозначить также самостоятельные моноциклические области [14].

При дальнейшем развитии структурно-исторического метода следует обратить внимание на более точное обоснование критериев для выделения тектонических регионов разного порядка, проведения границ между разными складчатыми системами, койлогенными областями и другими подразделениями. Следует использовать для районирования по типу развития формационный метод, который позволяет существенно уточнить критерии выделения регионов более мелкого порядка. Тектоническое районирование с применением этого метода, несмотря на некоторые недочеты и шероховатости в своей реализации, является наиболее совершенным и последовательным. Его главное преимущество по сравнению с районированием по возрасту складчатости заключается в гораздо более полном вскрытии истории развития земной коры.

Чтобы закончить характеристику структурно-исторического метода, следует напомнить также опыт близкого к нему объемного тектонического районирования. Исходным положением этого в некоторой степени количественного метода служит вывод о том, что при тектоническом районировании решающим признаком являются не структура и не возраст геологических образований, а вещественные признаки на формационном уровне строения осадочной оболочки земной коры.

Опыт по объемному районированию осадочной оболочки был проведен для территории Сибири [48]. На основе формационного анализа были выделены трехмерные тела, образованные определенными ассоциациями геологических формаций. Эти тела представляют собой, по существу, те же структурно-формационные этажи или комплексы, которые выделялись и при других методах районирования, но в этом случае их оконтуривание обосновывается, по нашему мнению, значительно точнее. Дополнительно к вещественному признаку использованы некоторые физические параметры, коррелируемые с формационными характеристиками (например, плотность теплового потока). Такой подход принципиально не отличается от метода районирования по типу развития, но, несомненно, дополняет его. В дальнейшем можно ожидать их совместного применения, что даст более точные результаты при проведении границ между региональными или возрастными подразделениями, особенно на региональных тектонических картах.

Следует подчеркнуть, что методы районирования разработаны для отражения тектоники в основном континентальной литосфера. Океанические впадины районированы в самом общем виде, что, как правило, не позволяет судить о последовательности их развития. В большинстве случаев намечались регионы акваторий, различавшиеся в геоморфологическом отношении, и только в последние годы появились более настойчивые высказывания о неодинаковом возрасте океанов. В их пределах на основе представлений о тектонике плит пытаются отразить последовательность формирования отдельных участков дна.

Вопрос о принципах тектонического районирования океанических впадин недавно был обобщен Ю. М. Пущаровским [70]. Этот исследователь пришел к заключению, что в качестве основы для районирования дна океанов при современной их изученности следует использовать структурно-морфологический принцип. Такой подход обеспечит наибольшую объективность при выборе той или иной концепции развития земной коры как теоретической основы составления легенды карты. Основываясь на представлениях гипотезы тектоники плит, П. Н. Крапоткин, например, предлагает проводить тектоническое районирование океанического дна по времени главной деформации растяжения литосферы [70]. Ю. М. Пущаровский констатирует сложность и неоднородность рельефа дна океанов, указывающих на верти-

кальные и горизонтальные движения; отмечает анизотропное строение коры под океанами. Все это нельзя объяснить, по его мнению, только с позиций тектоники плит. Районирование должно раскрыть тектоническую историю разных частей того или иного океана, последовательность событий, их сущность. Предполагаемые Ю. М. Пущаровским принципы районирования океанической литосферы сводятся к следующему.

По особенностям строения земной коры, выявленным геофизическими методами, в океанах обособляются три разновидности областей: 1) океаническое ложе, характеризующееся океаническим типом коры (участки континентальной коры редки, это — «микроконтиненты»); 2) периферические зоны с мозаичным распределением разных типов коры (районы, где развиты активные гряды); 3) шельфовые области, где кора континентальная.

Тектоническое районирование шельфов заключается в прослеживании континентальных структурных элементов. Вместе с тем шельфы представляют собой самостоятельные структуры типа плит, и их следует классифицировать и районировать в зависимости от строения, возраста и других признаков. По этому вопросу у Ю. М. Пущаровского четких представлений нет, а на приведенной им в качестве примера схематизированной тектонической карте Индийского океана вся зона шельфов по периферии и Индостанского докембрийского полуострова и молодых складчатых сооружений Индокитая закрашена одним цветом (рис. 25). Область континентального склона и шельфа можно рассматривать или совместно или разделять их в структурном отношении. Морфологию континентального склона и его соотношение с шельфом можно считать основой районирования и судить по этим признакам об истории развития.

Области с мозаичным распределением разных типов коры в соответствии с довольно широко распространенным мнением рассматриваются Ю. М. Пущаровским как районы современного геосинклинального развития, типизация которых должна проводиться по принципу, принятому для геосинклинальных областей прошлого. В них следует выделять геосинклинальные прогибы, геоантеклинальные поднятия, разного рода внутренние массивы и т. д. Ссылаясь на конкретный пример Тихоокеанского пояса, Ю. М. Пущаровский отмечает закономерное концентрическое расположение тектонических зон, которые по мере приближения к океану становятся все более молодыми. Следует подчеркнуть, что эта закономерность нарушается, например, в Канадских Кордильерах, где в течение фанерозоя тектонически активная синхронная зональность расширялась от океана в сторону континента [16].

При районировании ложа океанов Ю. М. Пущаровский считает необходимым обратить внимание на неидентичность строения внутриоceanических «подвижных поясов». Среди них он предлагает выделять четыре разновидности: 1) Срединно-Атлан-

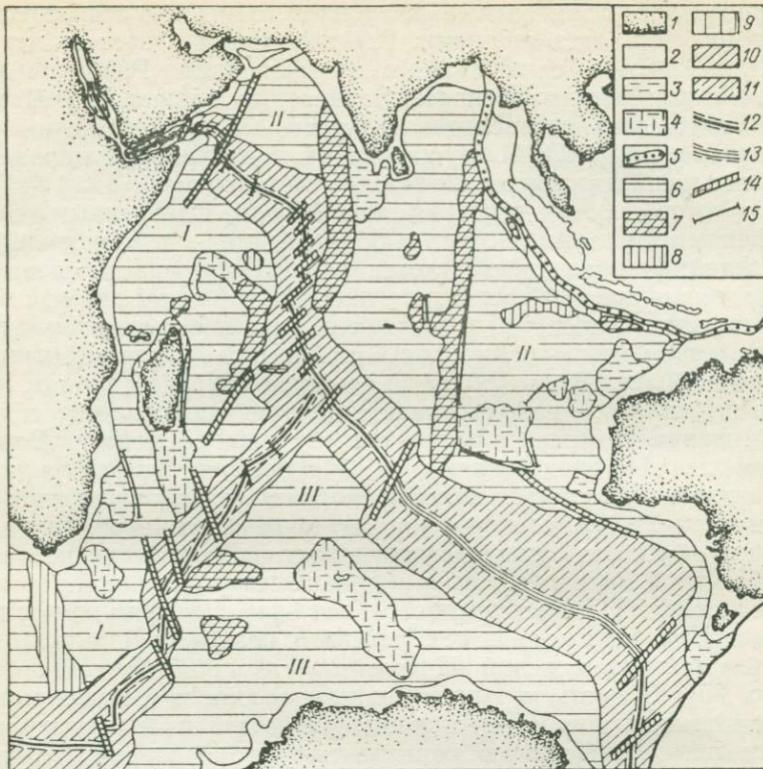


Рис. 25. Схематизированная тектоническая карта Индийского океана (составил В. Ф. Ка-наев, 1972 г. [70]).

1 — материковые платформы; 2 — подводные части материковых платформ; 3 — опущенные блоки материковых платформ; 4 — «микроконтиненты» (фрагменты материковых платформ); 5 — глубоководные желоба; 6 — океанические плиты; 7 — глыбовые поднятия; 8 — сводовые поднятия; 9 — краевые валы; океанические подвижные пояса: 10 — высокие (атлантического типа), 11 — низкие (тихоокеанского типа); 12 — рифтовые зоны; 13 — активные зоны без рифтового ущелья; 14 — зоны разломов; 15 — разломы. Талассогены (по Ю. М. Пущаровскому): I — Африканский, II — Индо-Австралийский, III — Антарктический.

тический хребет, 2) талассоарсис (Восточно-Тихоокеанское поднятие), 3) океанический шрам (в пределах плато Альбатрос), 4) окраинный океанический рифт (Аденский, Калифорнийский заливы). За пределами подвижных поясов участки океанического дна именуются «талассогенами». Это сложные образования, которые могут включать разнообразные поднятия, океанические плиты, системы разломов и по своей морфологии расчленяться на более мелкие тектонические районы. Ссылаясь на работу Г. Б. Удинцева, Ю. М. Пущаровский считает, что талассогены можно районировать и в возрастном отношении. Так, Г. Б. Удинцев в Тихом океане выделил две категории океанических плит: допалеозойские и палеозойско-мезозойские.

Остается при этом неясность, оценены они по возрасту фундамента плит или по времени опускания этих плит на океанические глубины?

Таким образом, следует считать, что изученность океанических территорий литосферы пока не позволяет выработать достаточно строгую методику районирования. Предложенный Ю. М. Пущаровским структурно-морфологический принцип представляется наиболее объективным и на данном этапе приемлемым. Описанные принципы реализованы на тектонических картах Тихоокеанского сегмента Земли [91] и мира (глобус) [103].

С появлением неомобилистской концепции тектоники плит зародилось новое направление в принципах районирования, основы которого впервые были изложены на XXIV сессии МГК в Монреале А. В. Пейве и его соавторами [117]. Эти исследователи признают полную аналогию между начальными стадиями эвгеосинклинального развития и условиями, существующими в современных океанах. Они предложили проводить районирование по возрасту гранитной коры, которая формируется на базе ранней океанической коры, видимо, в условиях акваторий океанов. Для территории СССР и сопредельных областей они наметили регионы с гранитной корой, образованной в докембрии, конце кембрия, начале девона, середине карбона, мезозое и т. д. (см. рис. 20). При этом предполагается, что в конце докембрая не было сплошной континентальной коры в пределах современных континентов. Несмотря на дискуссионность, предложенное районирование можно считать правомерным. Оно требует, однако, обстоятельного обоснования истории возникновения гранитной коры, установления действительных площадей ее развития в базисе разновозрастных геосинклинальных систем, а также дальнейшей разработки региональных и возрастных тектонических подразделений внутри тех крупных структурных элементов, которые намечены на схеме. Хотя такое районирование и основывается на концепции, резко отличной от геосинклинально-платформенной, многие ее сторонники также не отрицают последовательного и разновременного возникновения гранитной коры, но не в океанах, а в геосинклинальных прогибах при растяжении более древней коры, в том числе и гранитной.

Анализ теоретических основ тектонической картографии и методов тектонического районирования показывает, что на одной карте нельзя учесть особенности развития на всю глубину. Контуры регионов в зависимости от их типа развития во времени будут резко меняться. На собственно тектонической карте можно дать районирование или для современной структуры, или для разных этапов палеоструктуры, но тогда мы получим палеотектоническую карту. Можно рекомендовать за основу тектонического районирования на собственно тектонических обзорных картах брать геосинклинально-платформенную концепцию

и учение о тектонических режимах, в соответствии с которыми следует выделять разные категории возрастных и региональных подразделений (см. таблицы в главе III). Контуры на карте очертят тектонические структуры разных порядков, классификация и отличительные особенности которых требуют дальнейшей доработки.

Как уже отмечалось, на собственно тектонических картах должна быть отображена история развития структур земной коры. Это позволяет синтезировать все данные о геолого-тектонических процессах в пространстве и во времени.

Тектоника эволюционировала быстро и обросла уже многими идеями о развитии земной коры. Начальные представления о формировании складчатых горных областей, зародившиеся в работах П. С. Палласа, дополнялись позже на многочисленных примерах Западной Европы и Северной Америки. Установленные там закономерности были распространены на менее изученные территории всех континентов и легли в основу общей гипотезы развития земной коры. Фундамент представлений об истории малоподвижных в тектоническом отношении областей был заложен в работах Г. Е. Шуровского и особенно А. П. Карпинского [43, 44].

Сложность процесса тектогенеза породила многочисленные, часто противоречивые и даже исключающие друг друга взгляды. Среди идей, касающихся развития земной коры, наибольшее распространение имели следующие: о планетарной цикличности тектонических процессов, постепенном разрастании материков, увеличении мощности, сжатии и усложнении структуры земной коры, уменьшении площади планеты и некоторые другие. История представлений о тектоническом развитии подробно освещена в книге Т. Н. Спижарского [76]; мы ограничимся описанием способов реализации этих представлений на обзорных собственно тектонических картах по мере их совершенствования.

Первой обзорной картой территории СССР обычно считают тектоническую схему, составленную А. Д. Архангельским совместно с Н. С. Шатским (см. рис. 11). В основу представлений о развитии на этой карте, как и на схематических картах Д. В. Наливкина и М. М. Тетяева, появившихся в то же время, положена гипотеза геосинклинально-платформенного развития. Вся территория СССР и сопредельных областей к западу и югу изображена в виде регионов, прошедших разновременное геосинклинальное развитие, после чего они превратились в платформы. История платформ показана путем выделения структурных элементов второго порядка, возникших в течение платформенного режима в фундаменте и чехле. Проследить историю развития помогали также различные структурные обозначения: глубин залегания фундамента, направлений разновозрастных простираций, разрывов, границ слабых последующих дислокаций в областях древних складчатостей и других структур разного

порядка. На последующих картах были внесены дополнительные обозначения, например срединных массивов, предгорных впадин.

В 1941 г. А. Д. Архангельский совместно с другими авторами опубликовал новые мелкомасштабные карты [4]. На них кроме основных тектонических подразделений в пределах суши обозначены крупные структурные элементы акваторий океанов: геосинклинали, валы, глубоководные рвы. Области мезозойской и третичной складчатости на этих картах не были отнесены к платформам, что противоречило прежним работам этих геологов.

Методику отражения истории развития, примененную А. Д. Архангельским, разрабатывали далее Н. С. Шатский, А. А. Богданов, А. Л. Яншин и др. На картах масштаба 1 : 4 000 000, 1 : 5 000 000 под редакцией Н. С. Шатского и на международной тектонической карте Европы масштаба 1 : 2 500 000 приняты те же основы в толковании истории развития земной коры, хотя эти карты несравненно совереннее и несут обширную геолого-тектоническую информацию [79, 87, 89]. Так, планетарная цикличность отражена типизацией складчатых областей; постепенное разрастание материков подчеркнуто изображением ряда складчатых областей, опоясывающих древние платформы, особенно отчетливо это показано к югу от Фенносарматского кратона и к востоку от Сибирской платформы. Представления об увеличении мощности земной коры во времени реализованы в складчатых областях набором структурных ярусов и подъярусов, число которых возрастает на территориях, где наряду с древними проявились более молодые складкообразования; одновременно эти обозначения служат подтверждением идеи сжатия и постепенного усложнения структуры земной коры.

Для отражения истории развития регионов на карте в масштабе 1 : 5 000 000 [89] были впервые применены возрастные тектонические подразделения в виде структурных ярусов и подъярусов. В каждой области складчатости, кроме архейской, были выделены три структурных яруса, разделенных иногда на подъярусы, а также выступы более древних структур без расшифровки условий их образования. Время формирования ярусов и подъярусов показано стратиграфическими индексами. Платформенный чехол расченен только для Сибирской платформы, в остальных случаях отмечена глубина залегания фундамента.

Описываемые способы сыграли громадную роль в тектонической картографии, но по мере накопления новых данных и развития тектоники они требовали дальнейшего совершенствования. Из основных недостатков карт, принадлежащих школе Архангельского—Шатского, следует назвать: условность типизации якобы одновозрастных складчатых областей и выделение в них одинакового числа структурных ярусов; отказ от изображения связи тектонических процессов с другими геологическими

явлениями, и прежде всего с магматизмом; полную неясность развития территорий складчатых областей до заложения нижнего структурного яруса геосинклиналей; нерасшифрованность этапов развития платформ. Из легенды этих карт следует, что только в регионах докембрийской складчатости и в пределах Западно-Сибирской и Туранской областей в современный этап проявляется платформенное развитие, хотя в объяснительной записке один из основополагающих пунктов гласит, что все области, где окончились процессы складкообразования, представляют собой платформы [90].

Все это почти полностью относится и к последующим картам сторонников школы Архангельского—Шатского. Среди наиболее важных из них можно отметить международную карту Европы в масштабе 1 : 2 500 000 и карту Евразии в масштабе 1 : 5 000 000. На этих картах обращают на себя внимание некоторые усовершенствования в раскрытии истории развития земной коры. На первой в областях складчатостей, начиная с байкальской, выделены эв- и многоесинклинальные зоны, а в варисцийской и альпийской, кроме того, краевые прогибы. Эти обозначения впервые подчеркнули идею об эволюции тектонических режимов во времени. В каледонской и варисцийской складчатостях показаны участки более древних комплексов, переработанные последующей складчатостью. В данном случае авторы, видимо, хотели отразить идею полициклического развития.

Тектоническая эволюция отражена выделением трех структурных этажей и подэтажей; в каждой складчатости показано три комплекса гранитоидов: ранне-, поздне- и анорогенные. Для детализации истории развития складчатых областей на тектонической карте Евразии впервые крапом показаны осадочно-вулканогенные формации. Анализ фактического материала позволил авторам этой карты поколебать установившееся мнение, основанное на идеях Г. Штилле, и подчеркнуть разновременность развития территорий, ранее относившихся к одной и той же категории складчатых областей. Новым явилось и выделение орогенического структурного яруса, что обратило внимание на качественную особенность одного из характерных периодов в развитии регионов. Вместе с тем несколько формальное применение формационного метода в ряде случаев исказило историю тектонического развития, что уже отмечалось для архипелага Шпицберген [13]. В пределах океанических впадин впервые обозначена разновременность ряда структурных элементов и, следовательно, намечена схема развития акваторий.

Мы ограничимся рассмотрением отечественных карт по той причине, что большинство обзорных зарубежных карт составлены по методике Архангельского—Шатского *.

* Исключением является карта Северной Америки, составленная Ф. Кингом [47] в масштабе 1 : 5 000 000, которая отражает принципы, разработанные Т. Н. Спижарским и авторами тектонической карты Мексики.

Наряду с описанным, наиболее широко распространенным способом изображения истории развития земной коры еще в 50-х годах были попытки показать ее эволюцию на основе учения о типах движения земной коры и обусловленных ими тектонических режимах, которые в свою очередь выявлялись при помощи структурного анализа. Основополагающие идеи сторонников этого направления в существенных чертах совпадают с представлениями школы Архангельского-Шатского, так как ведущей была принята тоже геосинклинально-платформенная гипотеза. Однако по мере разработки второго направления, особенно в трудах Т. Н. Спижарского, проявились заметные различия в толковании хода геолого-тектонических процессов, а также в методике их отображения на тектонических картах.

Наиболее полно и последовательно изображение истории тектонического развития путем обоснования возрастных и региональных тектонических подразделений разработано Т. Н. Спижарским на обзорных картах территории СССР и в ряде публикаций [75—77]. Его основной идеей является неравномерное и необратимое развитие земной коры. Этой идеи противостоит гипотеза циклически направленной эволюции, что, однако, не приравнивается к развитию по кругу. Т. Н. Спижарский в своих работах специально утирует недостатки принятой многими терминологии, желая окончательно отбросить устаревшие, упрощенные представления о ходе развития.

Следует учесть, что повторяемость, или цикличность, событий понимается тектонистами по-разному. Одни признают существование цикличности только в том случае, если она может быть доказана планетарно и наблюдается в одинаковой фазе и синхронно; другие, если определенные сходные события, например движения в течение периода развития геосинклинали, повторяются на одной и той же территории; третьи, если сходные события можно проследить локально для разных участков земной коры в разные отрезки геологической истории. Нельзя не признать проявлений цикличности последнего типа. Она может быть доказана сравнением хода развития многих районов территории СССР и настолько известна, что не требует примеров.

Т. Н. Спижарский, выделяя возрастные единицы тектонических режимов и соответствующие им структурные подразделения, принимает повторяемость фаз, этапов и стадий тектонического режима, проявлявшихся в разные геологические эпохи, а следовательно, признает периодичность геологических процессов такого рода. Так, он пишет: «В Уральской, Куньлуньской, Таймырской, Монгольской, Сихотэ-Алинской системах геосинклинальный режим возобновлялся дважды, а в границах Кавказской системы даже три раза» [76, с. 226].

Обращаясь к повторяемости тектонических событий в планетарном масштабе, следует отметить некоторую асинхронность эпох усиления тектонической активности в удаленных друг от

друга частях земной коры, хотя ряд крупнейших событий (например, распад древних платформ в позднем протерозое, раскол Гондваны в перми, активное формирование глубоких океанических ванн в начале мезозоя) носили характер общепланетарных. Таким образом, при современном уровне знаний категорически отрицать цикличность планетарного масштаба, очевидно, не следует. Основная цель, которую ставит Т. Н. Спижарский, активно выступая против цикличности, заключается в желании отразить индивидуальность развития разных элементов земной коры. Он протестует против грубой генерализации, которой подверглись складчатые области на картах Архангельского—Шатского. Именно на подчеркивание отличительных особенностей во многом сходных областей и сделан акцент на последних картах под редакцией Т. Н. Спижарского и в его монографии. Это позволяет оттенить тектоническую специализацию, а следовательно, провести более точное металлогеническое районирование.

Рассмотрим теперь, как удалось отразить на карте пеструю картину развития земной коры, основываясь на понимании этого процесса как неравномерного и необратимого. На карту наносят возрастные и региональные тектонические подразделения, а также возрастные единицы тектонических режимов. Таблицы классификации этих понятий содержатся в монографии Т. Н. Спижарского [76, с. 89], а их дополненные и измененные варианты с учетом эволюции режимов во времени приведены в главе II данной работы. Напомним, что за основные типы тектонического режима Т. Н. Спижарский принимает платформенный, кайногенный, орогенный, геосинклинальный и режим срединных массивов с континентальной корой. Важным и новым методическим приемом явилось отражение в условных обозначениях не просто возрастных структурных подразделений разного порядка (от самых крупных, названных структурными комплексами и подкомплексами, и до самых малых — структурных подъярусов), но и качественной характеристики каждого из них, т. е. принадлежности к тем или иным условиям формирования. Благодаря этому для каждого конкретного региона по карте вычитываются особенности развития земной коры от самых древних, нижних, комплексов до верхних. Можно получить сведения о последовательности тектонических режимов, их продолжительности и этапности, времени заложения и окончания того или иного тектонического режима.

Следует отметить некоторую недоработку в применении этой методики: характеристики тектонических событий даны не для всех интервалов геологического времени. Например, на тектонической карте территории СССР в масштабе 1 : 7 500 000 для Тянь-Шаньской складчатой системы не охарактеризован интервал от начала триаса до юры, для Байкальской системы — от юры до неогена. Для большинства регионов история читается

полно, хотя ее трактовка может быть предметом дискуссии. Так, Альпийский пояс отнесен к современной геосинклинали; кроме того, в целом для всей области, за исключением структурного комплекса фундамента, который датирован докембрием без расшифровки в вертикальной последовательности, выделено два непосредственно сменяющих друг друга геосинклинальных комплекса: нижний в возрастных пределах ранний палеозой — триас, верхний — от триаса до современной эпохи. Мы уже отмечали, что такое истолкование истории развития Альпийского пояса, по нашему мнению, не соответствует фактам [14]. Однако при всей дискуссионности изображенной на картах под редакцией Т. Н. Спижарского истории развития многих областей (например, Урала, Казахстана, Таймыра) сама методика ее показа представляется наиболее совершенной из известных. Этому способствует и четкая привязка магматических производных разного состава к определенным возрастным подразделениям.

Следующее достоинство рассматриваемой методики заключается в объективном отражении неравномерности развития земной коры, что достигается показом индивидуальных особенностей выделенных регионов. Так, если на картах школы Архангельского—Шатского одним цветом закрашена группа регионов, например, варисцской складчатости, то на картах Т. Н. Спижарского они разделены в соответствии с ходом смены режимов, продолжительностью развития, магматизмом. Типизация областей, подчеркивавшая ранее цикличность, заменена здесь пестрой картиной неравномерного развития. Чтение карты, несомненно, усложнилось, но история развития получила более точное отражение: выявились неодновременность заложения, разная длительность и, следовательно, весьма неправильная от места к месту повторяемость тектонических режимов.

Кроме того, нашла отражение и направленность процесса развития. Так, геосинклинальные пояса, отмирая, увеличивают площади складчатых систем, на месте которых образуются койлогенные и орогенные области. По мнению Т. Н. Спижарского, карта показывает, что этот процесс шел «... от платформ и от центров, возникших в геосинклинальном поясе, а также с запада на восток» [76, с. 226]. В данном случае мы видим признание и подтверждение старой идеи о разрастании древних ядер консолидации. В монографии подчеркивается, что направленность и неравномерность развития удалось отразить на картах только в общем виде из-за дискуссионности хода эволюции в докембрии и раннем палеозое.

Конкретнее направленность развития показана для некоторых определенных режимов. Так, для платформ она выражается в смене стадий от раскалывания континентальной коры и формирования авлакогенного подкомплекса и до образования котловогенного и эмерсионного подкомплексов. Для геосинкли-

нальных режимов направленность отмечена на картах сменой демиссионной стадии инверсионной, а в границах стадий — сменой этапов. Необратимость развития читается только на примерах направленности, т. е. в самом общем виде. Это объясняется неразработанностью представлений о тектонических режимах докембрия и о сущности истории взаимоотношений между континентальной и океанической литосферами.

Заканчивая характеристику отображения истории развития на картах под редакцией Т. Н. Спижарского, вернемся к вопросу о цикличности геологически сходных явлений. Суммируя данные о развитии разновозрастных геосинклинальных систем на территории СССР, Т. Н. Спижарский привел в своей монографии таблицу [76, с. 179]. В ней слева направо, от самых древних складчатых систем к молодым, в виде вертикальных колонок показаны схематизированные наборы комплексов, возникших при разной смене тектонических режимов. Обращает на себя внимание ясная ступенчатость графика, обозначающая время окончания геосинклинального развития. Нижняя ступень относится к раннему палеозою, следующая — к позднему палеозою — началу мезозоя, третья соответствует мелу — началу кайнозоя, т. е. налицо повторяющиеся планетарно эпохи складчатости, начало и конец которых, как это было известно и ранее, имеют определенный временной разброс. Из этой таблицы и условных обозначений карт напрашивается вывод, что понимание цикличности существенно зависит от того акцента, который делает тот или иной исследователь. Если обращать внимание только на индивидуальные особенности регионов, то цикличность исчезает; если факты генерализовать, то цикличность вырисовывается.

К недостаткам описываемой методики надо отнести некоторую декларативность в указании условий развития, не подкрепленную достаточно убедительным фактическим материалом, например формационным выполнением возрастных тектонических подразделений. Понятно, что показать на карте особенности состава и первичной формы тел достаточно сложно, но это, по нашему мнению, не только возможно, но и необходимо.

Еще одним требованием, которое предъявляется к собственно тектоническим картам, является необходимость изображения на них морфологии структурных форм. Следует оговориться, что особенности структурных форм, хотя они и являются исключительно важным параметром для выяснения тектонических условий, должны использоваться совместно с другими данными, и прежде всего с формационными характеристиками комплексов и их частей. Известны примеры, когда складчатые области на основании морфологии структур были отнесены к геосинклинальным системам, а затем были расценены как области иного, например платформеноидного, развития. Структура же их оказалась связанный с орогенезом, наступившим после платформе-

ноидного режима. В качестве примера можно назвать территорию Таджикской депрессии [14].

Обратимся к приемам изображения морфологии структурных форм на современных обзорных картах, а также к методике показа тектонических подразделений и построения легенды. Наибольшие различия современных обзорных карт касаются тектонического районирования и методов отражения истории развития. Это повлекло за собой различия в построении легенды. В меньшей степени карты различаются приемами изображения региональных и возрастных тектонических подразделений и морфологии структурных форм.

Региональные и возрастные тектонические подразделения представляют собой обычно структуры, состоящие из сочетания большего или меньшего числа разных структурных форм. Они изображаются на обзорных картах при помощи условных обозначений, включающих площадные и линейные (цветные и черные) знаки, а также разной формы и цвета крап. В технике изображения региональных и возрастных подразделений на картах разных авторов принципиальных различий нет. По мере накопления опыта картосоставления была выработана довольно подробная легенда, включающая всевозможные структурные формы и другие геологические объекты, в той или иной мере отражающие тектонику. На обзорных картах широко применяются способы отмычки, стратоизолиний и различных штриховых знаков.

Рассмотрим две главные, наиболее распространенные методики изображения тектонических подразделений и построения легенды.

Первая методика берет начало на схематических картах школы Архангельского—Шатского, а позже продолжается на картах под редакцией А. А. Богданова, А. Л. Яншина и др.

В качестве примера приведем построение легенды на тектонической карте масштаба 1 : 10 000 000 под редакцией А. А. Богданова издания 1961 г. [88]. Легенда этой карты состоит из двух частей: большая включает обозначения структурных комплексов и их подразделений, а также магматические образования разного типа и состава; меньшая содержит условные знаки преимущественно структурных форм. В легенде помещены обозначения докембрийских комплексов от архейских до байкальских, предусмотренные для всей территории СССР; показаны комплексы Атлантического и Тихookeанского сегментов Евразии. Для Атлантического сегмента даны обозначения региональных и возрастных подразделений от каледонской до альпийской складчатости; в Тихookeанском сегменте намечены области палеозойской, мезозойской и кайнозойской складчатости. Часть легенды отведена для показа чехлов платформ с докаледонским и палеозойским возрастом фундамента. Кроме того, в легенде помещены обозначения магматических образований с указанием

их возраста, происхождения и состава (от более древних к молодым, от интрузивных к эфузивным, от кислых к основным).

Такое построение легенды дает возможность получить представление о тектоническом районировании, основанном на возрасте завершения геосинклинального развития комплексов пород, только выходящих на поверхность. Условные обозначения позволяют в некоторой степени судить об истории развития территории СССР. Для докембрия развитие прослеживается сугубо схематично и основывается на возрасте складчатости и наличии тех или иных магматических тел. Какие-либо указания на условия тектонического режима здесь полностью отсутствуют. Начиная с варисцской складчатости выделением эв- и миогеосинклинальных областей, древних ядер, антиклинальных и синклинальных зон, внутренних впадин, краевых прогибов и магматических тел история развития раскрывается полнее. Общим недостатком легенды является отсутствие возрастных датировок основных событий (комплексов и их частей), а также полная неясность в характере тектонической обстановки до и после проявления соответствующих геосинклинальных складчатостей.

Эволюция платформ на карте не отражена, отмывкой показана только амплитуда прогибания отдельных участков. Морфология наиболее крупных структурных элементов в плане изображена нанесением контуров соответствующих комплексов, их раскраской и индексацией геохронологической шкалы. Например, области каледонской складчатости кроме того, что они залиты лиловым тоном, обозначены латинской буквой С с добавлением строчных букв, указывающих на антиклинальные C_a и синклинальные C_s зоны и т. д. Цветная заливка имеет существенное значение, так как она типизирует складчатые области, близкие по возрасту завершающей геосинклинальной складчатости. Более мелкие структурные элементы (структурные формы) изображаются при помощи штриховых обозначений и изолиний.

Другой картой, составленной на тех же принципах, является более новая тектоническая карта Евразии масштаба 1 : 5 000 000, изданная в 1966 г. под редакцией А. Л. Яншина. Она интересна охватом громадной разнородной в геолого-тектоническом отношении территории, а также изображением тектоники акваторий океанов. Легенда этой карты, так же как и карты под редакцией А. А. Богданова, состоит из двух частей. Главная часть представляет собой обозначения региональных и возрастных структурных подразделений. Складчатые области сгруппированы по возрасту складчатости; кроме того, выделены разновозрастные чехлы платформ и различные впадины. Даны области дорифейской, байкальской, ранней и поздней каледонской, герцинской, мезозойской, альпийской (средиземноморской) и кайнозойской (камчатской) складчатостей. В границах отдельных

областей складчатости разными тонами одного и того же цвета показаны возрастные тектонические подразделения. Например, в области байкальской складчатости отмечены выступы древних структур в ядрах антиклиниориев, нижний и верхний структурные ярусы, зачаточные краевые прогибы и внутренние впадины. Возрастные подразделения индексированы знаками геохронологической шкалы.

В легенде обозначены соответствующие той или иной области интрузивные образования, разделенные на син-, поздне- и посторогенные. Начиная с каледонских складчатых областей, намечены орогенные ярусы, а на площадях мезозойской складчатости (со среднего карбона до мела), как исключение, показан комплекс геосинклинальной складчатости. Для других областей тектонические режимы, при которых формировались комплексы, непосредственно не отмечены. В легенде даны также обозначения структур более мелкого порядка, состава магматических пород, разрывов, структур морского дна и др.

На этой карте впервые довольно подробно показаны структуры акваторий океана. Структурные подразделения закрашены в голубоватые, зеленоватые и лиловые тона и пронумерованы (от 1 до 12). Намечены области домезозойской складчатости (континентальные платформы), где выделены участки эпимезозийских и более древних платформ; кайнозойские складчатые и геосинклинальные области, для которых отдельно показаны складчатые и геосинклинальные системы, участки донеогеновой складчатости, глубокие котловины, лишенные гранитного слоя, глубоководные желоба внутренних морей. На океанических платформах выделены сводовые поднятия, краевые валы, хребты глыбовой структуры, срединно-оceanические хребты, древние плиты, океанические плиты, возникшие в палеозое и мезозое и лишенные гранитного слоя.

Обратимся теперь к картам, составленным под редакцией Т. Н. Слижарского в масштабах 1:2 500 000 и 1:7 500 000. Легенды на этих картах отличаются от вышеописанных большими размерами и сложностью. В главной их части расположены региональные и возрастные структурные подразделения и соответствующие им магматические комплексы. Они размещены в виде вертикальных столбцов, что позволяет проследить тектоническое районирование, основанное на выделении структурных единиц, во-первых, разного порядка, а во-вторых, разного типа тектонического развития. Показаны наиболее крупные региональные подразделения: регионы с корой геосинклинального, континентального и океанического типа; намечены геосинклинальные области; в пределах развития континентальной коры приведены складчатые системы и области, срединные массивы, платформы; в области океанической коры даны платформы океанические. Более дробные региональные подразделения включают геосинклинальные системы (тихоокеанскую и альпийскую), регионы

орогенического и койлогоенного развития. Еще более мелкие единицы показаны для площадей орогенического развития, среди которых в зависимости от строения и магматизма намечено четыре типа складчатых систем. Такое построение позволяет провести достаточно детальное тектоническое районирование.

Регионы, близкие по стилю развития, изображены в цветах одной гаммы: геосинклинальные области показаны голубым и синим, складчатые системы тянь-шаньского типа — лиловым (фемическо-салическая группа), верхоянского типа — зеленым (салическая группа) и т. д. Исключение сделано для структурных комплексов фундамента, которые во всех областях даны розовыми оттенками, что подчеркивает специфику развития в докембрии.

Региональные тектонические подразделения разных порядков на карте вырисовываются контурами принятого в легенде цвета. Условные обозначения возрастных тектонических подразделений в легенде расположены по вертикали: снизу обозначения наиболее древнего возрастного подразделения, например, комплекс фундамента, выше комплексы, сформировавшиеся в течение разных режимов вплоть до современного.

Большое внимание уделено морфологии структур разных порядков. Трехмерность в изображении структурных элементов платформ достигнута при помощи изолиний и отмывки. В границах каждого возрастного подразделения платформенного и койлогоенного покровов проведены изопахиты, а их площадь закрашена цветом соответствующего комплекса, причем интенсивность закраски возрастает по мере увеличения мощности возрастного подразделения. Такой способ подчеркивает особенности структур и позволяет отчетливее читать их историю.

В пределах геосинклинальных и складчатых систем их структуры более мелкого порядка изображены черными или цветными знаками. Контуры складок намечены по выходам маркирующих горизонтов на современную денудационную поверхность или по границам местных стратиграфических подразделений. Разрывные нарушения на тектонической карте масштаба 1 : 2 500 000 показаны сплошными и штриховыми красными линиями разной толщины. Легенда дает четкое соотношение региональных и возрастных подразделений с процессами магматизма: обозначения магматических производных расположены в одной горизонтальной строке с соответствующим комплексом или его частью.

Для тектонической карты масштаба 1 : 2 500 000 применена специальная индексация, облегчающая чтение достаточно сложной нагрузки. Буквенными обозначениями указаны названия ре-

гионов, тектонический режим и его этап.* Прописными буквами даны названия регионов, строчными — возрастные структурные подразделения в зависимости от тектонического режима. Цифры обозначают последовательность образования возрастных подразделений. На состав интрузивных тел указывают буквы греческого алфавита.

Приведем примеры некоторых обозначений: *ASf* — Алтайско-Саянская складчатая система, фундамент; *ASg¹* — та же система, первый структурный ярус геосинклинального комплекса; *ASg^{3a}* — та же система, первый структурный подъярус третьего яруса геосинклинального комплекса [76, с. 232].

Из краткой характеристики легенд карт, составленных под редакцией Т. Н. Спижарского, видно, что они сильно отличаются в лучшую сторону от описанных выше. Эти легенды позволяют прослеживать районирование и развитие любой территории (кроме акваторий океанов) от наиболее древних эпох до современной, извлекать удовлетворительные сведения о морфологии и происхождении структурных элементов и форм разных порядков.

Региональные карты

Методы составления региональных карт освещены в литературе весьма скромно [49, 67, 68, 96, 98, 101]. Некоторые сведения по этому вопросу можно найти в обобщающих работах [10, 83]. Определенные суждения можно составить непосредственно по картам ряда регионов СССР и зарубежных территорий. Приемы составления региональных и обзорных карт различаются главным образом из-за масштаба. Для региональных карт принятые масштабы от 1:1500 000 до 1:200 000, т. е. они охватывают значительно меньшие территории. Обычно это части тектонических структур первого порядка, например платформ, платформеноидов, складчатых орогенических поясов. На региональных картах должно быть детальнее дано тектоническое районирование, изображены более мелкие структуры, выявлены ускользавшие на обзорных картах нюансы развития.

Известно, что геологические карты могут выразительно показывать особенности морфологии тектонических структур, однако благодаря специальному содержанию условных обозначений тектоническая региональная карта должна добиться не только большей объемности структурных элементов, но и раскрытия их происхождения, т. е. указать тектонический режим, при котором они формировались. Требования, предъявляемые к собственно тектоническим обзорным картам, полностью относятся и к региональным. Как правило, в основу составления региональных карт должны быть положены геологические карты

* Возраст подразделения показан в соответствующем столбце легенды и на карту не вынесен.

аналогичного масштаба или даже более детальные; при этом возрастает значение и личных наблюдений автора карты.

Тектонические структуры по своему строению часто различаются весьма существенно, что обуславливает большие различия и в содержании региональных карт. Однако благодаря общим требованиям ко всем региональным картам в методах их составления много сходного. Обратимся сначала к характеристике наиболее типичных методов создания региональных карт, предложенных разными авторами. Затем на основе критического разбора сформулируем основные принципы, которые можно рекомендовать в качестве руководящих при подготовке региональных карт для разных территорий. Эти принципы заключают в себе последовательность, методику и технику работ.

Один из ранних и удачных, по нашему мнению, методов составления региональных карт был предложен на примере Южного Урала Н. П. Херасковым [101]. Наиболее совершенным способом изображения тектонического строения представляются карты, отражающие морфологию структур в сочетании с их историей. Так как познанию истории развития помогает анализ разрезов, то на региональных картах важно показать не только морфологию, но и содержание структур. Эту задачу решает и геологическая карта, но она имеет ряд недостатков, которые на тектонической карте необходимо исключить.

Во-первых, возрастные подразделения на геологической карте следуют геохронологической шкале, но для многих районов естественные этапы развития не совпадают с делениями этой шкалы. Во-вторых, на геологической карте отложения разделены только по возрасту, но такой способ не отражает не только мелкие тектонические события, но даже и такие важные, как смена геосинклинального режима платформенным. Пути преодоления этих недостатков геологических карт Н. П. Херасков видел в развитии учения о формациях. Третьим недостатком геологических карт является изображение лишь тех образований, которые выходят на дневную поверхность. В этом случае какие-либо данные о форме сведены к минимуму. Учитывая все это, Н. П. Херасков предложил следующую методику и последовательность работ по составлению региональной тектонической карты.

Первой стадией является выделение структурных этажей и подэтажей, которые соответствуют естественным этапам развития региона во времени. Каждое из этих подразделений включает осадочные и вулканогенные отложения. Интрузивные породы играют в структуре иную роль и в состав этажей и подэтажей не включаются. Разделение структурных единиц проводится по смене состава отложений (на формационном уровне), что указывает на изменение тектонического режима. Намеченные границы выражаются обычно локальными или региональными угловыми несогласиями. Вторая стадия работы

Платформенный этап		Характеристика знаков			
T_2-Q		Платформенный покров, нерасчлененный (частично смыт)		Выступы складчатого основания	
Знак		19		—	
C_2-T_1		Структуры I порядка Краевой прогиб		Растущая горная страна	
Структуры II порядка		Общая синклинальная структура		Ядра внутренних мульд	Антиклинальные поднятия и их крылья
Тип разреза		Полный или в верхних частях размытый		Сверху сильно размытый	Отсутствует
Знак		17		17	18
D_2-C_1		Геосинклинали уралид		Промежуточные элементы (сборная группа) уралид	
Структуры II порядка		Синклинали I типа	Антиклинали I типа	Синклинали II типа	Антиклинали III типа
Тип разреза		Полный	Сокращенный	Полный	Сокращенный
Знак		9	10	11	12
S_1-D_2		Эмбриональные антиклинали		Формы II порядка не установлены	
Структуры II порядка		Основной тип		Формы II порядка не установлены	
Тип разреза		Полный	Почти полный	Сокращенный	Очень сокращенный
Знак		5	6	7	8
S_1		Геосинклинали доуралид		Геоантиклинали доуралид?	
Структуры II порядка		Синклинали I типа		Формы II порядка не установлены	
Ст		Антиклинали II типа			
рСт		Тип разреза		Сильно сокращенный?	
Знак		1		2	
				3	
				4	

Рис. 26. Условные обозначения к тектонической карте Южного Урала (по Н. П. Хераскову, 1948 г. [101]).

включает разделение отложений каждого этапа по типам разрезов, так как они обычно неоднородны по площади. В основу следует брать степень полноты и непрерывности разреза. Такой способ выявляет внутригеосинклинальные поднятия и прогибы разного порядка и позволяет проследить их развитие. При выделении типов разреза важно учитывать не только степень полноты его, но и формационный состав. Этажи и подэтажи наносят в виде контуров, в каждом из них, если есть данные, показывают тип разреза (рис. 26, 27).

Контуры этажей и подэтажей близко соответствуют границам геологической карты. Каждое пятно карты, отмеченное

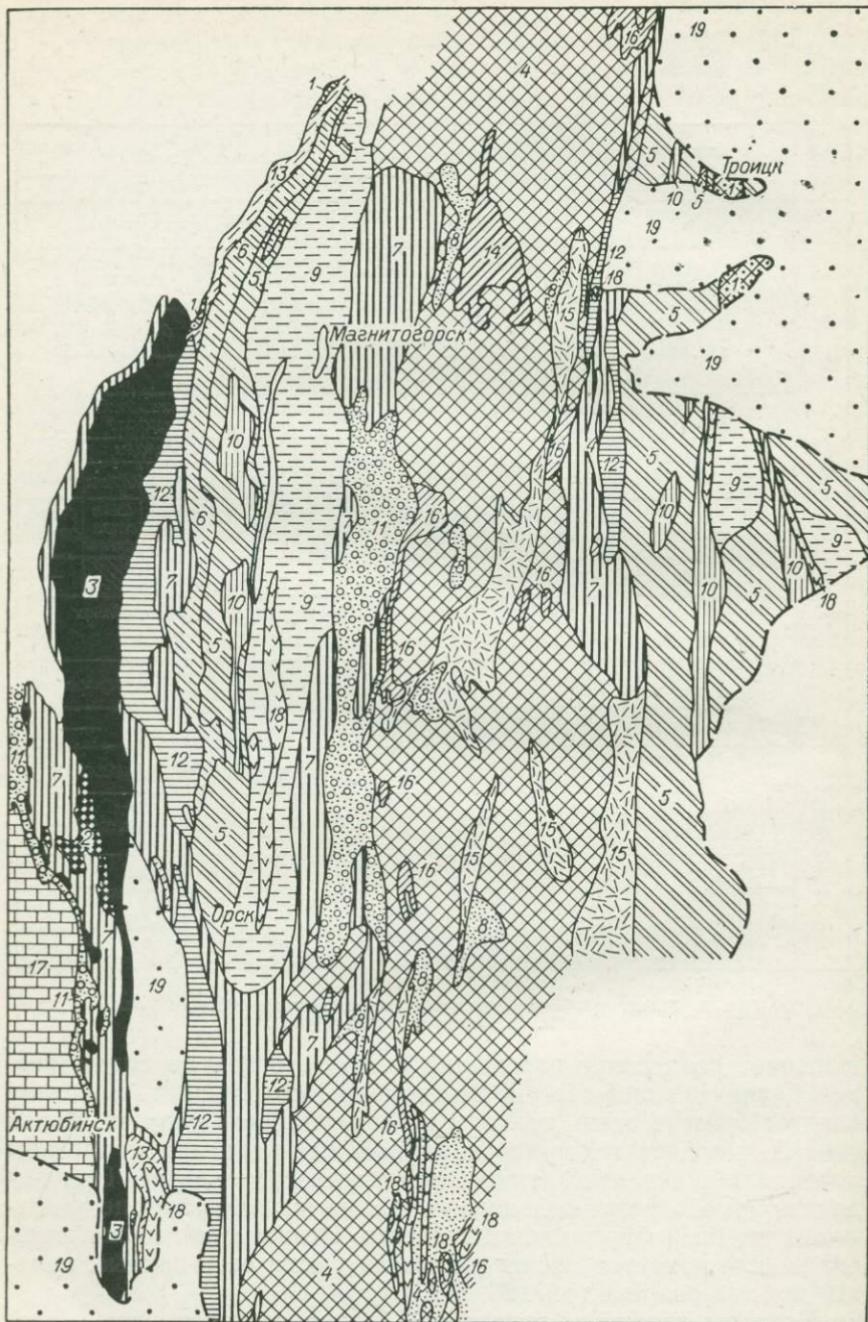


Рис. 27. Тектоническая карта Южного Урала (по Н. П. Хераскову, 1948 г. [101]).
Числа на карте соответствуют условным обозначениям, см. рис. 26.

определенным штриховым знаком и числом, имеет в условных обозначениях возрастную и частично качественную тектоническую характеристику; по ним можно судить о типах первичных (в нашем понимании) структур первого и второго порядка внутри геосинклинали. Вторичные структуры и разломы на карте не показаны из-за плохой обнаженности и недостаточной изученности. Предложенная карта, по мнению Н. П. Хераскова, может рассматриваться как макет, иллюстрирующий возможности определенного метода.

Наиболее ценным в методике, предложенной Н. П. Херасковым, является выделение возрастных структурных единиц на основе структурных и формационных признаков и разграничение их на площади по типу разрезов, что можно считать первым шагом к картированию региональных (крупных и мелких) тектонических подразделений. Это позволяет читать историю развития структур не только во времени, но и по площади. Основа предложенной методики сохраняет свою ценность, несмотря на то, что карта представляет лишь исторический интерес.

Чтобы лучше понять современные требования, предъявляемые к региональным тектоническим картам, следует отчетливо представить главные недостатки условных обозначений и карты Н. П. Хераскова. Им четко не оговорены принципы тектонического районирования. Выделением типов разрезов для структурных этажей и подэтажей дифференцирована территория Южного Урала, однако полученные данные в комплексе не рассмотрены и нашли отражение только в условных обозначениях, но не на карте. Нанесение типов разрезов для всех этажей и подэтажей дало на карте мозаичную картину, на которой главные границы зональности не читаются. Особенности разрезов в легенде только декларируются, но расшифровки их вещественного состава на формационном уровне нет. Единственное, что мы узнаем об особенностях разрезов, — это степень их полноты или отсутствие отложений.

История развития также в полной мере не читается. Выделенные в условных обозначениях типы разрезов позволили автору карты наметить только первичные структуры. Из-за отсутствия на карте структурных обозначений осталось нераскрытым соотношение этих первичных структур (прогибов, поднятий) со вторичными, образовавшимися после завершения формирования каждого структурного этажа. Это замечание свидетельствует, что не выполнено и еще одно требование: на карте отсутствуют данные о морфологии структур всех рангов и разного происхождения. Существенно обедняет тектоническое содержание карты отказ от изображения интрузивного магматизма.

Обратимся теперь к региональной карте Памира, изданной в виде схематизированной модели в 1962 г. [17]. Более полный

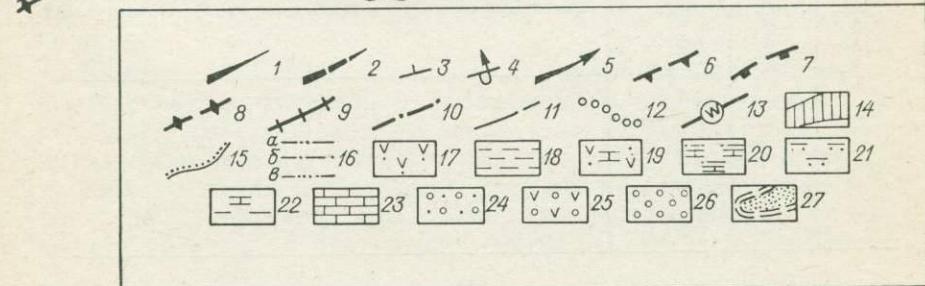
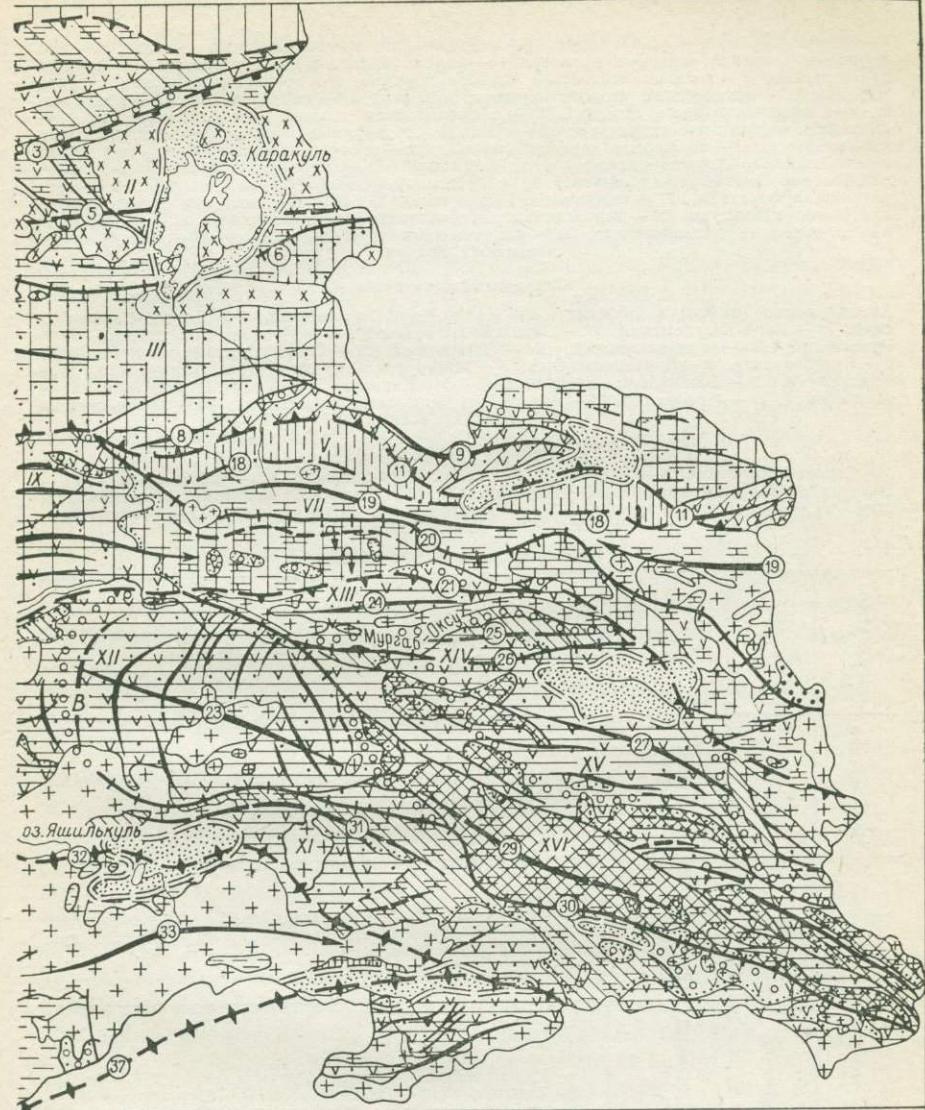
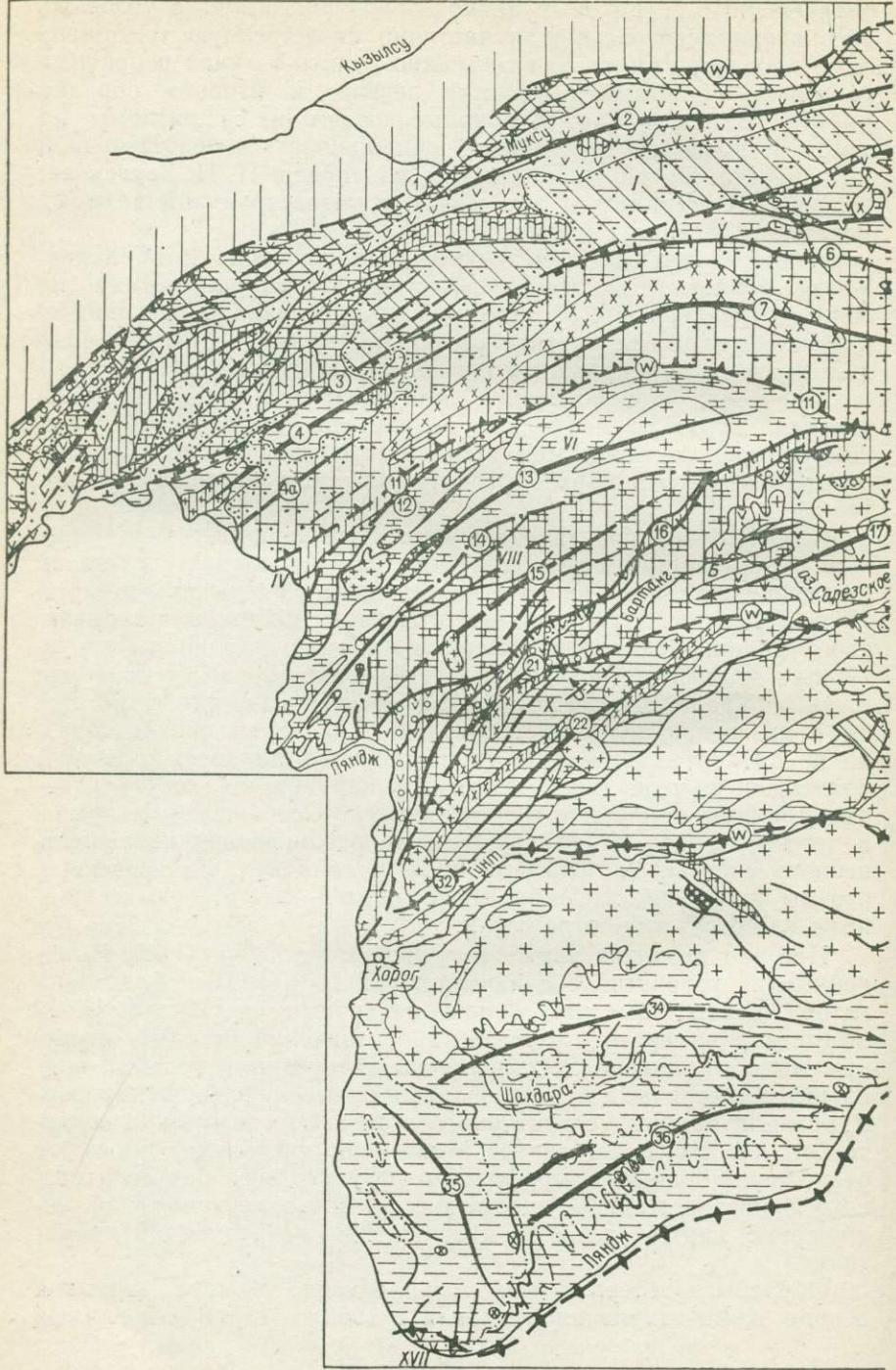


Рис. 28. Тектоническая карта Памира (по Б. П. Бархатову и Г. Г. Мельнику, 1963 г. [10, 18]).

1 — антиклиниории; 2 — синклиниории; 3 — моноклинали; 4 — опрокинутые складки; 5 — погружение шарнира; краевые разломы; 6 — докембрийские первого порядка, 7 — среднепалеозойские, 8 — позднепалеозойские первого порядка, 9 — позднепалеозойские второго порядка, 10 — мезозойские второго порядка; разломы: 11 — кайнозойские, 12 — предполагаемые краевые второго порядка, 13 — с проявлением современной сейсмичности; 14 — складчато-чешуйчатые структуры; 15 — границы структурных ярусов; 16 — контуры антиклиналей: а, б — по кровле свит докембра (а — гармчашминской, б — даршайской), в — по подошве друмдаринской свиты; формации: 17 — терригенно-вулканогенная, 18 — терригенная (метаморфизованная), 19 — терригенно-вулканогенно-карбонатная, 20 — терригенно-карбонатная, 21 — терригенная (флишоидная), 22 — глинисто-карбонатная, 23 — карбонатно-глинистая, 24 — терригенная пестроцветная (молассоидная), 25 — пестроцветная и наземная вулканогенная, 26 — континентальная молассондная; 27 — контуры четвертичных впадин.

Складчатые структуры

Антиклиниории (цифры в кружках): 2 — Калай-Хумб-Сауксайский, 7 — Дарваз-Сарыкольский, 13 — Ванч-Язгулемский, 17 — Сарезско-Пшартский, 19 — Музкол-Рангкульский, 22 — Рушанский, 23 — Базардаринский, 24 — Пшартский, 27 — Тахтамышский; антиклинали: 4 — Курговатская, 8 — Зорташкольская, 9 — Ишибулакская, 33 — Южно-Аличурская, 35 — Абхарская, 36 — Ваханская; синклиниории: 5 — Каракульский, 15 — Язгулемский, 25 — Мургабский, 29 — Истыкский, 31 — Аличур-Гурумдинский; синклинали: 4а — Пшихарская, 34 — Шахдаринская.

Разрывные структуры (разломы)

1 — Северо-Памирский, 3 — Уйсуйский, 6 — Южно-Каракульский, 11 — Акбайтальский, 12 — Ванческий, 14 — Язгулемский, 16 — Бартангский, 18 — Северо-Музколский, 20 — Музколский, 21 — Рушанско-Пшартский, 26 — Мургабский, 30 — Аличурский, 32 — Гунтско-Аличурский, 37 — Южно-Памирский.

Тектоническое районирование

				Подзоны
Палеозойский пояс	Складчатая система	Складчатая зона		
Палеозойский	Куньтуньская	Северный Памир А		I — Калаи-Хумб-Сауксайская; II — Каракульская; III — Дарваз-Сарыкольская
Мезо-кайнозойский	Каракорумская	Центральный Памир Б		IV — Ванчская; V — Акбайтальская; VI — Ванч-Язгулемская; VII — Музкол-Рангкульская; VIII — Язгулемская; IX — Сарезско-Пшартская
	Юго-Западный Памир (докембрейский срединный массив)	Юго-Восточный Памир В		X — Рушанская; XI — Аличур-Гурумдинская; XII — Базардаринская; XIII — Пшартская; XIV — Мургабская; XV — Тахтамышская; XVI — Истыкская; XVII — Намангутская

ее вариант в цвете и с изображением структурных форм помещен в монографии по тектонике Памира [10]. Дальнейшее совершенствование условных обозначений с целью более четкого отражения тектонического районирования и раскрытия истории развития было сделано на карте масштаба 1:300 000, содержание которой частично отражено в ряде наших печатных работ [11, 12, 14], но сама карта по техническим причинам не была опубликована.

Рассмотрим основное содержание карты (рис. 28) и методы, которыми мы руководствовались при составлении перечисленных ее вариантов. Прежде всего было уделено внимание принципам тектонического районирования как наиболее спорной проблеме. При анализе громадного объема геолого-тектонических данных по такой сложной складчатой области, какой является Памир, стало ясно, что проводить ее районирование на основании только возраста геосинклинальной складчатости недостаточно. При этом не выявляются особенности дифференцированного развития в течение собственно геосинклинального периода, не проводится градация естественных тектонических регионов, т. е. не прослеживаются региональные тектонические подразделения разных порядков. Поэтому было принято, что более правильным принципом районирования внутри крупных регионов является выделение их частей, различающихся ходом (типов) тектонического развития.

Наиболее крупным региональным тектоническим подразделением для складчатых областей мы предложили считать складчатый пояс [18]. По специфике развития геосинклиналей складчатый пояс разделяется на складчатые системы, под которыми понимаются части складчатого пояса, где последний геосинклинальный период развития закончился более или менее одновременно. Соответственно выделение складчатых систем проводилось по возрасту завершающей складчатости. Следующими, более мелкими, подразделениями являются складчатые зоны, а в их пределах — подзоны. В основу выделения складчатых (тектонических) зон положено три признака: время завершения последнего периода геосинклинального развития; длительность и особенности последокембрийской геосинклинальной истории; преобладающая тенденция вертикального движения в послегеосинклинальный период. Достаточно одного из этих признаков, чтобы участки складчатой системы различались друг от друга.

В основу выделения тектонических подзон положены различия в стратиграфическом и формационном типе разрезов и их структуре, что указывает уже не на эпохи складчатости, а лишь на их фазы или на интенсивность либо направление преобладавших в тот или иной отрезок времени преимущественно вертикальных движений. Для Памира подзоны обычно различаются разрезом, структурными формами, иногда метаморфизи-

мом и магматизмом. Чем длительнее существовали отдельные прогибы и поднятия, из которых сформировались подзоны, тем резче различия в наборе пород их разрезов, отчетливее другие структурно-геологические признаки. Общей отличительной особенностью подзон является более или менее явная разница в истории их развития; площадь подзон играет второстепенную роль.

Наибольшей дифференцированностью тектонической обстановки внутри зон отличаются обычно средние этапы геосинклинальных периодов развития, поэтому именно эти этапы являются решающими в подготовке и оформлении зональности, именно в эти этапы возникают наибольшие различия в формациях и мощностях. При районировании учитывалась изменчивость контуров зон от этапа к этапу, но такая зональность практически не может быть хорошо изображена на одной региональной карте, поэтому наносились границы зон, сложившиеся в этапы наибольшей дифференцированности тектонических процессов.

Руководствуясь перечисленными соображениями, в пределах Памира мы наметили две складчатые системы: Куньлуньскую и Каракорумскую. Первая является частью палеозойского Скифско-Туранско-Куньлуньского складчатого пояса, вторая — частью мезо-кайнозойского Альпийского пояса. Основная граница, разделяющая пояса палеозойской и мезо-кайнозойской складчатости, проходит не по северной окраине Памира, как считалось раньше, а внутри его — по Центральному Памиру, или Акбайтальскому, краевому разлому первого порядка. Из более дробных единиц районирования на карте выделены четыре тектонические зоны: Северный Памир, Центральный Памир, Юго-Восточный Памир и Юго-Западный Памир.

Зона Северного Памира целиком входит в Куньлуньскую складчатую систему. В течение среднего и завершающего этапов в ней наметились три подзоны: Калаи-Хумб-Сауксайская, Каракульская и Дарваз-Сарыкольская. Последнеосинклинальный этап усложнил структуру, но не сформировал достаточно четко выраженных самостоятельных наложенных подзон. Зона Центрального Памира в период наибольшей дифференцированности движений распалась на подзоны: Ванч-Язкулемскую, Музкол-Рангкульскую, Сarezско-Пшартскую, Язгулемскую, Ванчскую, Акбайтальскую и Рушанско-Пшартскую*. Последние три подзоны являются наиболее поздними, приразломными.

Зона Юго-Восточного Памира закончила геосинклинальное развитие примерно одновременно с Центральным Памиром, но, как мы считали, начала его позже. За средний и завершающий этапы развития в зоне наметилось несколько подзон: Пшарт-

* На карте не обозначена; совпадает с краевым Рушанско-Пшартским разломом.

ская, Мургабская, Тахтамышская, Истыкская, Базардаринская, Аличур-Гурумдинская, Рушанская и Наматгутская.

Юго-Западный Памир показан на карте как регион, претерпевший переход в стадию складчатой зоны в докембрии, а позже занявший положение срединного массива. Вследствие главным образом киммерийских и альпийских послегеосинклинальных (по отношению к массиву) движений в нем наметились две наложенные тектонические подзоны: Ваханская и Шугнанская, граница между которыми показана условно и только на варианте карты 1962 г. [17].

При помощи специального построения условных обозначений впервые для собственно тектонических региональных карт сложной складчатой области раскрыты условия тектонического развития на всем протяжении от докембрая до четвертичной эпохи (рис. 29). Это осуществлено выделением возрастных тектонических единиц: структурно-формационных комплексов и их частей — ярусов. Комплекс формируется в течение какого-либо одного тектонического режима, ярус отвечает этапу развития. Недостаточная детальность геолого-стратиграфических исследований не позволила полностью реализовать возможности метода и сказалась на степени дифференцированности изображения для средних этапов развития. Однако для некоторых ярусов, например $C_2 - P_2$ на Северном Памире, штриховкой и краем удалось отразить особенности прогибания в трех подзонах; такая же детализация проведена для юрско-мелового яруса подзон Юго-Восточного Памира.

Впервые условные обозначения карт позволили прочитать тектонические режимы как до заложения последних геосинклиналей, так и после завершения их развития. Полному прочтению истории развития способствует также привязка интрузивного магматизма к определенным моментам тектонических движений и процессов осадконакопления. С современных позиций трактовка периодов и этапов развития требует некоторой корректировки [14], но методика изображения истории развития сохранила свое значение полностью.

Требование наиболее выпуклого изображения структурных форм в данном случае выполнено в той мере, в какой это позволил сделать масштаб $1 : 1\,000\,000$. Многочисленные штриховые знаки рисуют складчатые и разрывные формы. В сочетании с цветом структурных ярусов, штриховками, указывающими типы формаций, эти обозначения позволяют выявить взаимоотношения первичных и вторичных структур. Например, на месте Калаи-Хумб-Сауксайского глубокого прогиба (первичная структура), выполненного терригенно-вулканогенной формацией раннего карбона, в современной (вторичной) структуре располагается обращенный антиклиниорий того же наименования. Место терригенно-карбонатного триас-мелового прогиба в Язгулемском хребте теперь занимает необращенный Язгулемский

Рис. 29. Схема истории тектонического развития Памира (см. рис. 28).

Звездочкой обозначены складчато-чешуйчатые структуры с фрагментами разных структурных ярусов.

Геосинклинальный флигелевосточногорядовой неодиффузионной		Геосинклинальный палеозойский (Ст - Т?)		Последовательно-нений мезо-калиново-деский		Северный Памир		Центральный Памир		Юго-Восточный Памир		Юго-Западный Памир	
Начальный	Ранний	Средний и забереги шишь	Конечный и переходный	Платформенный	Дрессен - ческий	Периоды	Этапы	Следующие ярусы	Митрополитические породы	Периоды	Этапы	Следующие ярусы	Митрополитические породы
Cm? - D	C2-P2 ^m	C2-P2 ^m	P2P-T?	Q	N								
Pt?	6D ₃	7P ₁ ^m											
H	H	C-P ₁	T-Cr	Cr ₂ -Pg	V O V								
		Ст - D	С-Р ₁	Cr ₂ -Pg	+	*							
		Pt?											
Геосинклинальный флигелевосточногорядовой неодиффузионной		Геосинклинальный палео-мезо-калиново-деский		Последовательно-нений мезо-калиново-деский		Последовательно-нений мезо-калиново-деский		Последовательно-нений мезо-калиново-деский		Последовательно-нений мезо-калиново-деский		Последовательно-нений мезо-калиново-деский	
Начальный и ранний		Средний и забереги шишь		Конечный и (переходный)		Конечный и (переходный)		Конечный и (переходный)		Конечный и (переходный)		Конечный и (переходный)	
Начальный и		Следующий и забереги шишь		Конечный и (переходный)		Конечный и (переходный)		Конечный и (переходный)		Конечный и (переходный)		Конечный и (переходный)	
ранний		забереги шишь		Конечный и (переходный)		Конечный и (переходный)		Конечный и (переходный)		Конечный и (переходный)		Конечный и (переходный)	
Докембрийское складчатое основание		Платформенный		Дрессенический		Платформенный		Дрессенический		Платформенный		Дрессенический	
Геосинклинальный флигелевосточногорядовой неодиффузионной		Последовательно-нений мезо-калиново-деский		(A-Pt)?		Pz ₃ -T		J		Pg ₃ -N		J	
зональной												J	
												x x x x	
												x x x x	

синклиниорий и т. п. Крупные разрывные структуры разделены по времени заложения. Только для Юго-Западного Памира удалось показать морфологию структурных форм, используя три опорные стратоизолинии.

На схематизированной карте Памира 1962 г. для удобства чтения были даны индексы, обозначающие соответствующие комплексы, ярусы и интрузии [17]. На красочном варианте, чтобы не загружать карту, они были сняты.

Методику, предложенную Н. П. Херасковым, применил и усовершенствовал при составлении тектонической карты Южного Тянь-Шаня Г. С. Поршняков [67, 68]. Он обратил внимание на тот факт, что карты для одной и той же территории, подготовленные разными авторами, существенно различаются из-за субъективизма при подборе фактических данных. Чтобы добиться наибольшей объективности в интерпретации фактов, он предложил составлять особые карты, на которых должны быть отражены главные историко-структурные признаки. Такие карты, названные «картами анализа тектоники» или «аналитическими», дают «...возможность анализировать пространственные и возрастные соотношения между различными геологическими явлениями, устанавливая их генетически связанные комплексы» [67, с. 11]. Применительно к процессам осадконакопления этот принцип анализа был использован на тектонической карте Южного Урала Н. П. Херасковым.

Составление аналитической карты Г. С. Поршняков рассматривает на примере карты Алайского и Туркестанского хребтов [68]. Основное содержание его методики заключается в следующем. Прежде всего на карту были нанесены: 1) история осадконакопления, 2) форма тектонических структур, 3) возраст складчатости, 4) проявления магматизма, 5) проявления метаморфизма, 6) полезные ископаемые.

Историю осадконакопления выявляют выделением структурных этажей и ярусов, что достигается установлением в разрезе резких региональных и местных несогласий. Как выяснилось, одно и то же несогласие может проходить по площади на разных стратиграфических уровнях. В пределах структурных ярусов намечены группы разрезов, различающиеся мощностью, локальными перерывами и вещественным выполнением. Каждый тип разреза соответствует определенному внутригеосинклинальному прогибу (начальному, позднему, завершающему) и является эв- или миогеосинклинальным.

При составлении региональных аналитических карт целесообразно классифицировать разрезы по трем признакам: полноте, возрасту и формационному выполнению. Группы разрезов подразделяются на формационные типы, название которых может быть географическим или соответствующим названию преобладающей формации. Каждый формационный тип разрезов можно расчленить на структурные подъярусы по локальным

несогласиям и резким сменам литологического состава пород. Для среднего палеозоя Г. С. Поршняков намечает три подъяруса: 1) нижний (силурийский) с преобладанием песчано-глинистых пород; 2) средний, самый мощный, включающий карбонатные, вулканогенные или терригенные породы от лудлова до среднего карбона; 3) верхний (средне- или нижнекарбоновый, иногда верхнедевонский), маломощный, кремнисто- или песчано-сланцевый. Подъярусы образованы основными формациями, слагающими палеозойские толщи района. Стратиграфический объем структурных ярусов и подъярусов несколько меняется по площади.

Таким образом, история осадконакопления изображается путем последовательного выделения возрастных единиц (этаж, ярус, подъярус), что дополняется показом их изменчивости по площади (группы и типы разрезов). Основным подразделением для восстановления процесса осадконакопления выступает структурный ярус, во время образования которого серьезных смещений границ фациальных зон не происходило.

В строении Алайского и Туркестанского хребтов главная роль принадлежит породам среднего палеозоя, типам разрезов которого автор предложил дать наиболее яркое средство изображения — цвет. Подъярусы среднего палеозоя показаны разными оттенками. Группы разрезов верхнепалеозойского яруса изображены штриховыми знаками. Форма тектонических структур показана осевыми линиями антиклиниориев, синклиниориев и т. д. Для складчатых структур первого порядка даны подписи вдоль осевых зон. Тектонические разрывы классифицированы по возрасту, форме (надвиги, покровы, взбросы, сбросы, сдвиги) и размерам. Возраст разрыва обозначен буквенным индексом. Возраст складчатости, если его удается точно фиксировать по резким угловым несогласиям, изображен штриховкой сплошными линиями; если он установлен по косвенным признакам — штриховкой прерывистыми линиями. Это позволяет показать наложение разных фаз складчатости и при необходимости непредопределенность границ их распространения.

Инtrузии разделены по возрасту и составу, как на геологической карте. Метаморфические преобразования в соответствии с распространением и типом обозначены цветной штриховкой.

Последний вариант региональной карты Южного Тянь-Шаня, приложенный к монографии Г. С. Поршнякова (рис. 30), назван картой тектонического анализа герцинид Алая. Следует отметить, что содержание карты, составленной по описанной методике, заставило Г. С. Поршнякова сопроводить ее двумя дополнительными картами. Одна из них является схемой расположения формационных типов собственно геосинклинального комплекса (поздний силур—средний карбон) герцинид Алая, а другая — схемой соотношения тектонических зональностей, относящихся к разным этапам развития той же территории. Сам

этот факт показывает, что автор, желая раскрыть наиболее полно тектонику региона, не смог этого добиться при помощи одной карты. Две дополнительные схемы дают тектонический синтез, что не читается на карте тектонического анализа. Аналитический вариант тектонической карты Г. С. Поршнякова, по нашему мнению, представляет собой весьма совершенную модель обязательной карты промежуточного (рабочего) типа, помогающей составить окончательный вариант тектонической региональной карты.

На карте Г. С. Поршнякова, несмотря на большую детальность геолого-тектонической нагрузки, не в полной мере отражены характеристики тектонического строения, требуемые для собственно тектонической карты. Прежде всего, не проведено тектоническое районирование. При чтении карты затрачивается очень много времени, чтобы получить представление о тектонической зональности. Построение условных обозначений и самой карты оставляет много неясностей в истории развития. Так, не выявляются взаимоотношения между возрастными стратиграфо-формационными и тектоническими подразделениями. Неясно, в каком случае возрастные объемы типов разрезов указывают на первичную ситуацию, а в каком отражают только фактически наблюдаемую картину или, возможно, реликты более полных разрезов. Из-за этого история развития читается с большим трудом и нечетко. По этой же причине в собственно геосинклинальном комплексе не выделены этапы или стадии развития, хотя достаточно резкая дифференцированность движений по площади и во времени очевидна, о чем говорят и многочисленные разрезы среднего палеозоя, сгруппированные автором в несколько типов.

Предложенная легенда — строчная; в той части, где характеризуются особенности стратиграфического разреза, она читается с большим трудом и не дает отчетливой картины развития тектонического строения территории. По мысли автора, это компенсируется приведением колонок типов разрезов, расположенных непосредственно на карте. Действительно, по разрезам видны и главные перерывы в осадконакоплении и резкие изменения формационного состава. Однако синтезировать эти данные и соответственно выделять стадии развития, по нашему мнению, должен автор карты, а не ее читатель. Если применить методику составления аналитической карты для построения геологической, то на последней вместо обычных подразделений, закрашенных цветом геохронологических единиц, были бы показаны крапом поля отложений с указанием находок соответствующей органики. Читателю в этом случае следовало бы проанализировать места нахождения органических остатков и сделать выводы о геологических границах, т. е. выполнить обязанности картосоставителя.

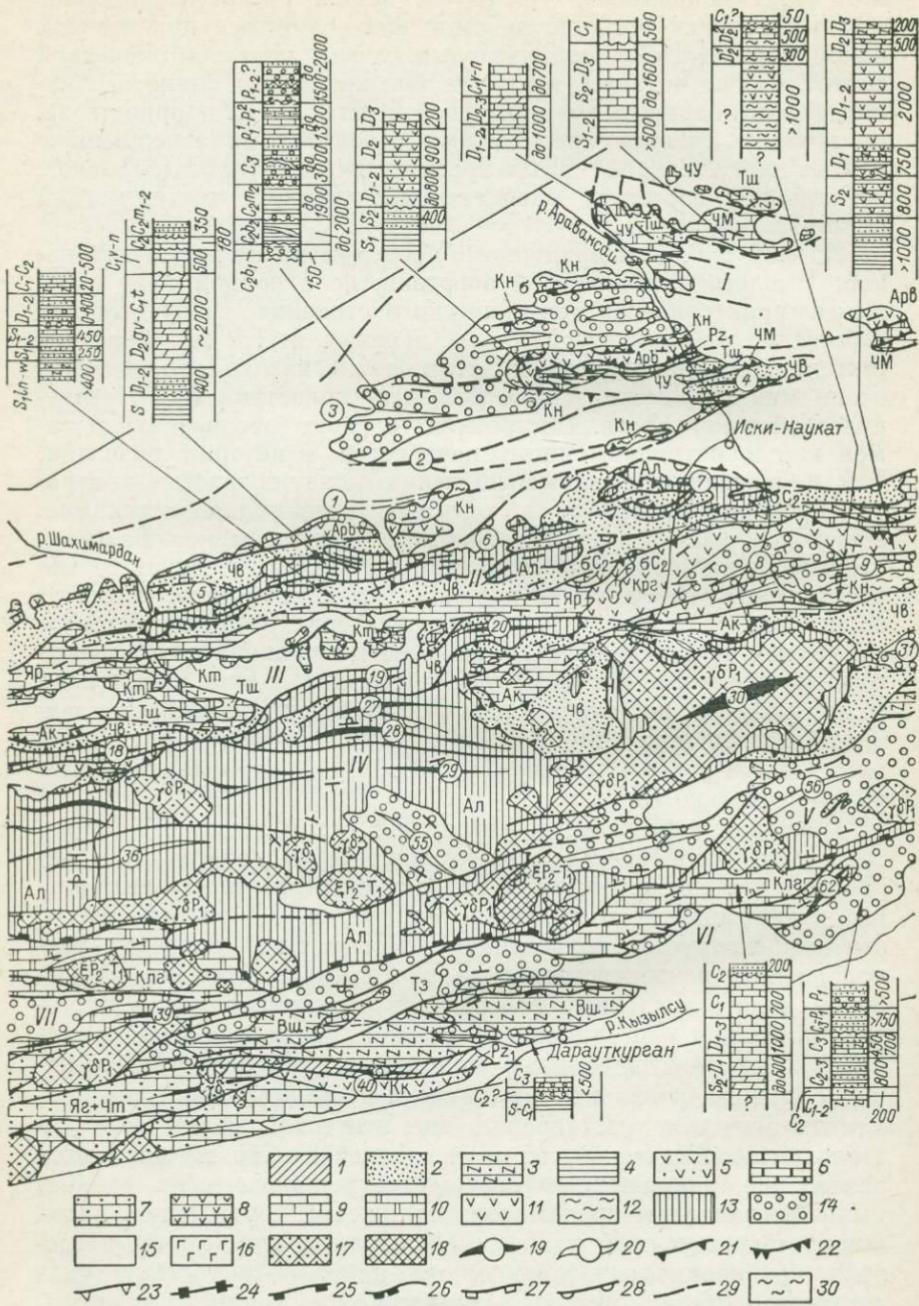


Рис. 30. Карта тектонического анализа герцинид Алая и смежных районов (фрагмент) (составил Г. С. Поршняков, 1973 г. [68]).

Характеристика стратиграфических разрезов *

1—14 — палеозойский структурный этаж

1—13 — нижний структурный ярус

1 — нижнепалеозойский терригенно-карбонатный догосинклинальный комплекс; 2—13 — среднепалеозойский собственно геосинклинальный комплекс; неполные и сокращенные разрезы: 2 — терригенный тип (Чв — чаувайский, Дд — даудинский, Зр — туркестано-зерашанский), 3 — смешанный тип (Тш — ташатинский, Аз — азсанский, Вш — вашанский), 4 — карбонатный тип (Аг — агульский); относительно полные разрезы: 5—8 — силурийско-девонских прогибов (Чимтагринского, Терекдаванского, Киччальминского); 5 — вулканогенно-терригенный тип (Тд — терекдаванский, Кк — коксуйский), 6 — карбонатный тип (Арч — арчалтурский), 7 — нерасчлененные вулканогенно-терригенные и карбонатные (Яг—Чт — ягибский и чимтагринский), 8 — смешанный тип (Тз — туузказандинский); 9—12 — разрезы раннедевонских прогибов (Южно-Ферганского, Охнинско-Талдыкского, Кульгеджелинского, Дуклонского); 9 — известняковый тип (ЧМ — чильмайрамский, Яр — ярунтузский, Ак — актурский), 10 — доломитово-известняковый тип (Клг — кульгеджелинский, Кт — катанбашинский, ЧУ — Чильустунский), 11 — вулканогенный тип (Арв — араванский, Крг — киргизтинский), 12 — вулканогенно-терригенный метаморфизованный тип (Ки — канский); 13 — разрезы средне-позднедевонских, точнее, живетско-раннекарбоновых, прогибов (Каузанского, Андыгенско-Кичкалайского, Срединно-Тянь-Шаньского), известняково-доломитовый тип (Ал — алайский).

14 — верхний структурный ярус, орогенический верхнепалеозойский комплекс

15 — мезо-кайнозойский структурный этаж

Интузивные формации

16 — гипербазитовая предскладчатая (σC_1 , σC_2); 17 — поздних гранитоидов, связанных с завершением поздних фаз складчатости (γP_1 , $\gamma \delta P_1$); 18 — щелочных пород, послескладчатая (ξP_2 — T_1)

Складчатые структуры

19 — антиклинальные; 20 — синклинальные

Разрывные структуры

21—23 — раннегерцинские: 21 — пластовые надвиги и шарьяжи, 22 — секущие надвиги, 23 — крутопадающие разрывы; 24—27 — позднегерцинские: 24 — гипотетические разрывы заложения флишиодно-молласовых прогибов, 25 — пластовые надвиги и шарьяжи, 26 — секущие надвиги, 27 — крутопадающие разрывы; 28 — киммерийские и альпийские крутопадающие разрывы; 29 — разрывы неясного возраста и типа.

30 — среднепалеозойский метаморфизм фации зеленых сланцев.

Структуры

I — Араванский гемисинклиниорий; антиклиниории: II — Каузанский, IV — Андыгенско-Кичкалайский, VI — Кульгеджелинский; синклиниории: III — Охнинско-Талдыкский, V — Гульчинский, VII — Ходжаачканский.

Складки (цифры в кружках)

Синклиналии: I — Кызылкийская, 8 — Алдыкинская, 9 — Шанкольская, 10 — Талдыкская, 11 — Алдыярская, 13 — Тузельская, 15 — Чемендыкская, 17 — Сарыташская, 25 — Ворухская, 31 — Джиландинская, 34 — Акташская, 35 — Даудинская, 36 — Южно-Доубинская, 41 — Терекдаванская, 42 — Кульдаминская, 43 — Айляминская, 45 — Чолоксайская, 47 — Беркутузинская, 51 — Северо-Катранская синклиналь, 53 — Сарычашибинская, 55 — Сурметашская, 56 — Кичкалайская, 58 — Джиптыкская, 61 — Тугертонская, 65 — Калмакасуская; 3 — Западно-Карабачтарская гемисинклиниорий; антиклиналии: 2 — Караванская (предполагаемая), 4 — Капурбашинская, 12 — Сухумтауская, 14 — Северо-Чемендыкская, 16 — Раватджакубская, 18 — Карадаванская, 19 — Акташская, 20 — Оджалъевская, 21 — Бульджуминская, 22 — Андыгенская, 23 — Аласанская, 24 — Сыманская, 26 — Булакбашинская, 27 — Карагандинская, 28 — Тегермачская, 29 — Чланская, 32 — Учатская, 33 — Джунусалинская, 37 — Расраутская, 38 — Джининсыуская, 39 — Абрамовская, 40 — Карагаттинская, 44 — Коксуйская, 49 — Чарская, 50 — Шупская, 52 — Джилтыкская, 54 — Кошкарчинская, 57 — Тюякурдюкская, 59 — Агачартская, 60 — Суфикурганская, 62 — Каракавакская, 63 — Талдыкская, 64 — Кульгеджелинская; кульминации: 5 — Карабайская, 6 — Каузанская, 7 — Наукатская; 30 — Кичкалайский купол; брахинтиклиналии: 46 — Каратаяуская, 48 — Коктепинская.

* Условные обозначения даны для всей карты.

В качестве следующего примера рассмотрим основное содержание тектонической карты Армении масштаба 1:500 000, составленной под редакцией А. А. Габриеляна. Первый ее вариант (черно-белый) опубликован в 1966 г., более совершенный (в цвете) — в 1968 г. [82]. Для карты Армении использованы общие принципы, научные основы и условные обозначения, разработанные для обзорных карт школы Архангельского—Шатского—Богданова. При ее составлении учтен опыт создания тектонических карт Азербайджана и Грузии [80, 81].

Авторы ставили перед собой следующие методические задачи: 1) показать основные тектонические элементы, их возраст и взаимоотношения, морфологию пликативных и разрывных структур, формационное выполнение структур и интрузивные тела разного возраста и состава; 2) отразить реально существующие геологические структуры; 3) отделить фактически подтвержденные геологическими наблюдениями структуры от предполагаемых на основании интерпретации геофизических и геоморфологических данных. Перечисленные пункты показывают, что составители явно предпочитают отобразить современную структуру территории Армении, а не ее развитие.

Рассмотрим, как перечисленные задачи реализованы на карте и в какой мере это соответствует требованиям к собственно тектоническим картам. Из условных обозначений (рис. 31) видно, что тектоническое районирование проведено по возрасту складчатости, в соответствии с чем с северо-востока на юго-запад намечены три области: раннеальпийской (киммерийской), среднеальпийской и позднеальпийской складчатости. Под возрастом складчатости авторы понимают «...главную решающую фазу складчатости, т. е. время, когда движения, протекающие непрерывно, кратковременно усиливаются и в результате происходят качественные изменения в структуре данного района, когда формируются основные, главные черты тектонического строения» [82, с. 8]. Более дробное деление внутри этих трех региональных тектонических единиц осуществить не удалось, оно «заменено» изображением различных структурных форм.

История тектонического развития показана на карте выделением структурных ярусов и подъярусов. Возрастной объем подъярусов для всей территории Армении принят, по существу, одинаковым. Из-за этого фактически исчезает картина дифференцированности развития по площади, а следовательно, теряет свое значение как не подтвержденное фактами приведенное выше районирование. Остается недоказанным отсутствие интенсивных альпийских геосинклинальных движений в области раннеальпийской (киммерийской) складчатости; неясен также вопрос об интенсивности киммерийских геосинклинальных движений на территории, отнесенной к позднеальпийской складчатости. Эти вопросы могли быть частично решены, если бы для структурных ярусов и подъярусов были указаны их мощ-

Рис. 31. Условные обозначения к схематической тектонической карте Армянской ССР и Нахичеванской АССР под редакцией А. А. Габриеляна, 1968 г. [82].

СТРУКТУРНЫЕ ЯРУСЫ

Выходы древнего доальпийского основания



Байкальский (Bg) — каледонский (Cg) метаморфизованный геосинклинальный комплекс

Варисцкий (Vsp) — выступы варисцкого субплатформенного комплекса в ядрах альпийских антиклинальных структур



Нижний подъярус (Vsp₁): девон — нижний карбон (D—C₁)



Верхний подъярус (Vsp₂): пермь — триас (P—T)

АЛЬПИЙСКИЙ ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

А. Комплекс отложений собственно геосинклинального этапа развития (Ag): юра — средний эоцен (J_1 —Pg₂²)

Нижнеальпийский структурный ярус (Ag₁): юра — нижний мел (неоком) (J_3 —Cr₁^{nc})



Нижний подъярус: нижняя — средняя юра (J₁—J₂)



Верхний подъярус: верхняя юра — нижний мел (неоком) (J_3 —Cr₁^{nc}),
в Сюнике — верхняя юра — нижний апт (J_3 —Cr₁^{ap})

Среднеальпийский структурный ярус (Ag₂): верхний мел — средний эоцен (Cr_2 —Pg₂²)

Нижний подъярус: альб — палеоцен (Cr_1^{al} —Pg₁)



Альб — маастрихт (Cr_1^{al} —Cr₂^m), в Сюнике — верхний апт — маастрихт (Cr_1^{ap} —Cr₂^m)



Даний — палеоцен (Cr_2^d —Pg₁)

Верхний подъярус



Нижний — средний эоцен (Pg_2^{1-2})

Б. Комплекс отложений альпийского орогенного этапа развития (Aog): верхний эоцен — антропоген (Pg_2^3 —Q)

Верхнеальпийский структурный ярус (Aog₃)

а) Структурные подъярусы предорогенной и раннеорогенной (инверсионной) стадий развития



Верхний эоцен — средний олигоцен (Pg_2^3 —Pg₃²)

б) Структурные подъярусы собственно орогенной стадии развития
Нижний подъярус:



Верхний олигоцен — нижний миоцен (Pg_3^3 —N₁¹)



Средний — верхний миоцен (N_1^{2-3})

Средний подъярус



Верхний миоцен—средний плиоцен ($N_1^3-N_2^2$)

Верхний подъярус



Верхний плиоцен—антропоген (N_2^3-Q), недислоцированный или слабо дислоцированный чехол:

а) наземно-вулканогенные фации

б) пресноводно-озерные фации

Позднеальпийские межгорные прогибы

$\frac{A}{C}$

на каледонском складчатом основании

$\frac{A}{V}$

на варисцийском складчатом основании

$\frac{A}{A}$

на альпийском складчатом основании

$\frac{A}{?}$

на основании с неизвестным возрастом

Возраст (время заложения) прогибов:

A_3^1

Поздний олигоцен—ранний миоцен

A_3^2

Средний—поздний миоцен

Стратоизогипсы по подошве $Pg_3^3-N_1^1$

а) от 0 до +1000 м

б) от 0 до -1000 м

в) от -1000 до -1200 м



ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ



Допозднемеловые (палеозойские $Pz?$), в основном гранитоиды в древних ядрах

Интрузии альпийского геосинклинального этапа развития



Предпозднеюрские (J_2) плагиограниты



Предпозднемеловые и позднемеловые ($Cr_2^{Sn_1}$) гранитоиды и отчасти габброиды



Раннесенонские ($Cr_2^{Sn_1}$) ультраосновные и основные (гипербазитовая формация), внедрившиеся в окружающие более молодые отложения в холодном виде (протрузии)



Среднеэоценовые и предпозднеэоценовые (Pg_2^2) габброиды

Интрузии альпийского орогенного (раннеорогенного или инверсионного и собственно орогенного) этапа развития



Позднеэоцен-олигоценовые ($Pg_2^3-Pg_3$) гранитоиды (в Слонике — гранитоиды, габброиды, щелочные сиениты)



Раннеолигоценовые (Pg_3^1) щелочные и нефелиновые сиениты



Миоплиоценовые ($N_1^3-N_2^1$) малые интрузии и экструзии

ГЛАВНЕЙШИЕ ГРУППЫ ФОРМАЦИИ



Эффузивные и пирокластические



Туфогенно-терригенные



Карбонатные



Флишевые



Соленосные



Молассовые



Угленосно-сланценосные



Терригенные

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ

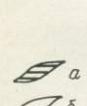


Тектоноизогипсы (условные структурные линии)

Антиклинали прямые и неопределенного типа

Антиклинали наклонные

Антиклинали опрокинутые



Соляные купола и покровные антиклинальные складки:

а) установленные бурением

б) предполагаемые по геоморфологическим и геофизическим данным



Границы районов развития соляной тектоники



Флексуры (штрихи в сторону опущенного крыла)

Сбросы, взбросы, сдвиги:



а) установленные

б) предполагаемые



Надвиги



Тектонические разрывы, фиксируемые линейным расположением вулканов, геоморфологическими и геофизическими критериями



Тектонические швы (глубинные разломы, региональные флексуры и т. д.)

Трансгрессивный контакт (границы структурных ярусов)

Вулканы (цвет заливки показывает возраст)

Границы тектонических впадин, поднятий, антиклиниориев и синклино-риев

Скважины, достигшие доальпийского фундамента

Границы верхнеплиоценового и антропогенового (вулканогенного и пресноводно-озерного) чехла

ЦИФРАМИ НА КАРТЕ ОБОЗНАЧЕНЫ

Область раннеальпийской (киммерийской) складчатости

- Антиклиниории:
1. Алавердский
 2. Шамшадинский (Шамхорский)
 3. Кафанский

- Синклиниории:
4. Папакарский
 5. Иджеванский
 6. Горисский (Гочасский)

Область среднеальпийской складчатости

- Синклиниории:
7. Севано-Ширакский
 8. Ацараванский
 9. Шагалпский
 10. Айоцзорский
 11. Ордубадский

- Антиклиниории:
12. Базумский горст
 13. Цахкуняцкий
 14. Веди-Аргичинский
 15. Урцско-Айоцзорский
 16. Джульфинский
 17. Южно-Сюникский

Область позднеальпийской складчатости

Наложенные и унаследованные прогибы:

18. Джавахетский
19. Ширакский
20. Арагацкий
21. Артенийский
22. Нижнеахурянский
23. Арташатский
24. Ереванский
25. Севанский
26. Садаракский
27. Нахичеванский

Выступы фундамента

- Погребенные:
28. Аннийский
 29. Маралинский
 30. Октемберянский
 31. Паракар-Енгиджинский

- Обнаженные:
32. Ааратский
 33. Волчьих Ворот

ности как индикаторы интенсивности прогибаний и поднятий отдельных участков. Сделанные замечания свидетельствуют о том, что ни районирование, ни история тектонического развития на карте в достаточной мере не раскрыты. Следует подчеркнуть, что не только методический, но и по существу изображение на карте и в легенде тектонических условий, существовавших до заложения альпийской геосинклинали, дискуссионно. По условным обозначениям можно прочитать, что альпийская геосинклиналь оформилась на каледонском и варисcийском складчатом основании, с чем нельзя согласиться [14].

Надо отметить как недоработку отсутствие четкой привязки интрузивных тел к этапам развития, а также неопределенность времени заложения глубинных разломов.

Отмеченные недостатки карты существенно компенсируются удачным изображением морфологии структурных форм разного порядка. Они вырисовываются контурами структурных ярусов и подъярусов, страто- и тектоногипсами, разнообразными линейными и площадными знаками. Ярусы и подъярусы кроме того, что они обозначены цветом, имеют индексы геохронологической шкалы; наиболее крупные пликативные структуры пронумерованы, что облегчает чтение карты.

Приведенные нами примеры относились к методике составления региональных тектонических карт для сложных складчатых областей, где, как правило, при палеотектонических реконструкциях встречаются наибольшие трудности. Однако проблемы возникают при создании карт и для территории платформ, платформеноидов и других регионов. Чтобы в какой-то мере ознакомиться с соответствующей методикой, обратимся к региональной тектонической карте Д. А. Туголесова для территории Устюрта [96].

Единой методики составления региональных тектонических карт для платформенных и платформеноидных областей, краевых и предгорных прогибов пока не разработано. Имеющиеся карты составлены по-разному, но в большинстве случаев на основе принципов, разработанных для обзорных тектонических карт школой Архангельского—Шатского—Богданова. К ним можно отнести карты, подготовленные в связи с изучением нефтегазоносных областей и описанные в работах Г. Х. Дикенштейна [39], И. П. Жабрева [41], В. Е. Хайна [98], А. Н. Шарданова [107], С. П. Вальбе [29]. Более узкой, но оригинальной нам представляется методика, предложенная для Устюрта Д. А. Туголесовым.

Устюрт занимает центр обширной равнинной области, сложенной с поверхности преимущественно кайнозойскими породами. Мезозойские отложения обнажаются в отдельных поднятиях, палеозойские наблюдаются исключительно редко в виде небольших пятен. На схематизированной тектонической карте Западного Турана (рис. 32) показаны район Устюрта и со-пределные территории Южного Урала и Альпийского склад-

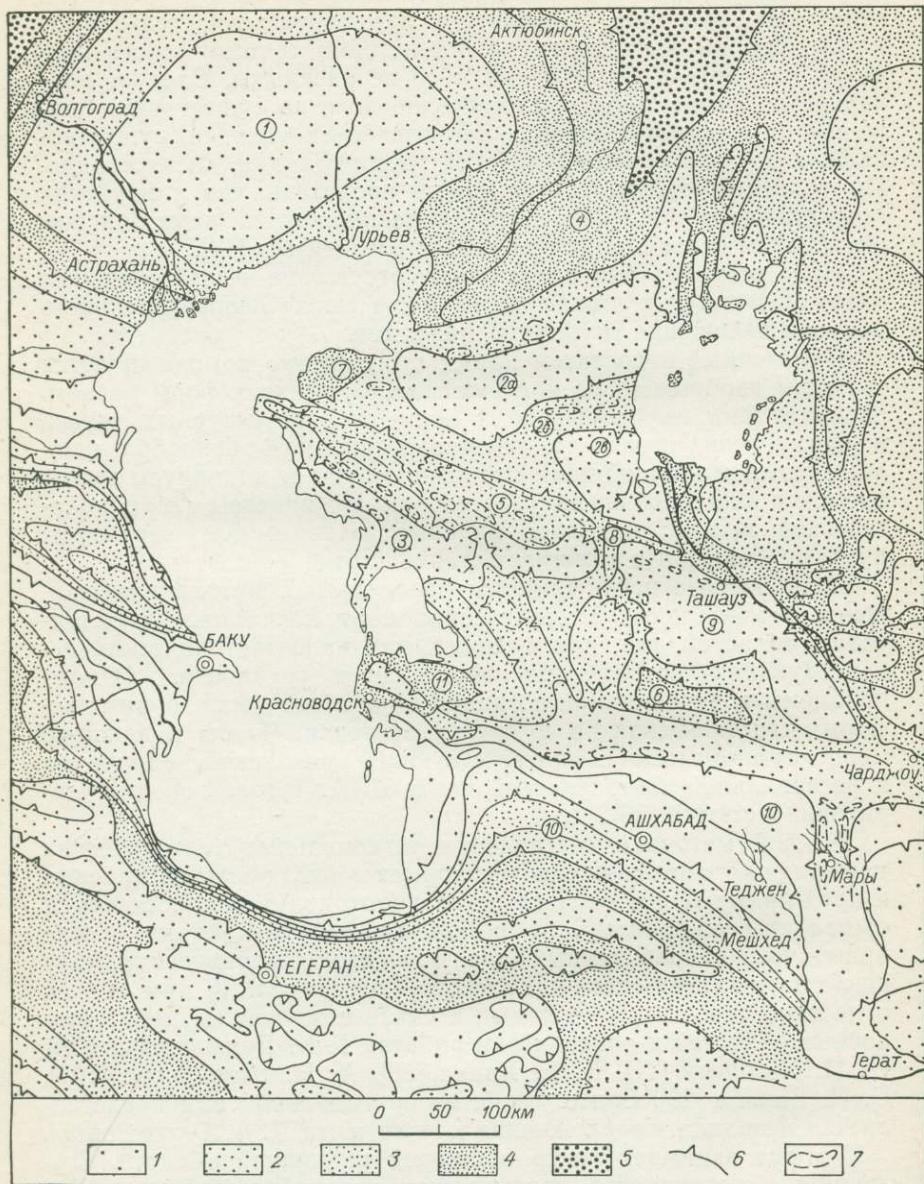


Рис. 32. Тектоническая карта Западного Турана (по Д. А. Туголесову, 1963 г. [96]).

1—5 — время заметного формирования тектонических форм: 1 — неоген-четвертичное, 2 — олигоценовое, 3 — юрское-меловое-эоценовое, 4 — позднепалеозойско-триасовое, 5 — до-позднепалеозойское; 6 — изолинии, изображающие морфологию основных структур; 7 — некоторые купола.

Синеклизы (цифры в кружках): 1 — Прикаспийская, 2 — Северо-Устюртская (*2a* — Саамская впадина, *2б* — Кассарминский вал, *2в* — Барсакельмесская впадина), 3 — Южно-Устюртская; вали: 4 — Южно-Эмбинский, 5 — Мангышлакский, 6 — Заунгузский; 7 — Бузачинское поднятие; 8 — Айбутир-Шорджинский горст; впадины: 9 — Хорезмская, 10 — Южно-Туркменская; 11 — Кара-Богазская антиклиза.

чатора пояса. Несмотря на схематичность этой карты, на ней получили отражение принципиальные основы методики, что позволило нам не помещать более детальную, громоздкую карту того же автора, изображающую тектонику только самого Устюрта.

По мысли автора карты, она разрабатывалась как способ тектонического анализа, а не как отображение заданной идеи. Поэтому карта «аксиоматична», построена на простых и определенных данных, это — мощность пород, их геологический возраст и условия залегания. Для установления времени формирования структур наряду со сведениями об изменении мощностей использовался фациальный анализ. Все определения и представления, не имеющие точных формулировок и зависящие от точки зрения исследователя (возраст складчатости, строение закрытого фундамента, генезис структур и т. д.), являются, по мнению автора, задачами, которые надо решить при помощи карты, и поэтому они не могут быть на ней заложены. Методика построения карты проста: изолиниями изображают морфологию структур, цветом (в данном случае крапом) — время их заметного образования и преобразования. При этом построение ведется в строгом соответствии с масштабом карты; детали структур, которые нельзя показать в данном масштабе, не увеличивая их, на карте не изображаются. Поэтому, чем мельче масштаб карты, тем более обобщенные очертания приобретают формы структур. В соответствии с масштабом выбирают и интервал времени — сечение изолиний: более длительный для карт меньшего масштаба.

На тектонической карте Западного Турана показаны время формирования тектонических форм и их морфология. Тектоническое районирование при таком способе изображения структур и их развития получилось неудовлетворительным. Затушевано принципиальное различие таких регионов, как Южный Урал, Туранская платформеноидная область и Альпийский складчатый пояс. По линейным в плане структурам Альпийского пояса нельзя судить о главном: их происхождении в геосинклинальных условиях и последующем орогенезе. Благополучнее обстоит дело с районированием Туранской платформеноидной области, в пределах которой намечены синеклизы, антеклизы, поднятия, впадины, валы, горсты. Таким образом, региональные тектонические подразделения совпадают здесь со структурами разного порядка, образованными породами чехла.

Наиболее интересным на карте является отображение истории развития структурных форм. Это сделано при помощи закраски (или крап, штриховка) отдельных участков между изолиниями с указанием времени заметного формирования тектонических форм. Рассматриваемая методика применима к построению карт для участков платформ, краевых и предгорных прогибов. Однако при современном уровне развития геотекто-

ники региональная карта такого содержания не может удовлетворить запросы теории и практики и требует дальнейшего совершенствования.

Карта Западного Турана отражает структуру только самой верхней части территории, т. е. чехла, причем недостаточно четко, так как техника рисовки не позволяет выделить главные этапы развития чехла или намечает их очень приблизительно, в широком диапазоне времени. Важный недостаток карты с точки зрения поисков полезных ископаемых, и в первую очередь нефти и газа, заключается в том, что структурные формы указывают на деформации поверхностей несогласия между комплексами пород, а не на внутреннюю структуру самих комплексов, которая далеко не всегда близка к первой. Данная методика не позволяет разделить крупные региональные тектонические структуры, образованные под воздействием совершенно разных тектонических режимов. Кроме того, она не предусматривает изображения (даже при наличии фактических данных) главных особенностей фундамента платформ, платформеноидов, краевых, предгорных прогибов.

Следует также отметить, что декларация автора о полной объективности карты явно нарушена, так как заключение о возрасте структурообразования сделано им в итоге анализа фаций и мощностей отложений. Соответствующий фактический материал на карте отсутствует, и читатель должен принять на веру выводы автора о времени формирования структурных форм.

Мы уже перечисляли авторов, уделивших внимание методике составления региональных тектонических карт в связи с изучением нефтегазоносных областей. Так, И. П. Жабрев [41] на примере тектонической карты Предкавказья отмечает, что региональные карты масштаба 1 : 500 000 и крупнее должны иметь структурную основу в горизонталях. Стратиграфический горизонт, по которому ведутся построения, должен соответствовать комплексу отложений, являющемуся основным объектом разведки в данном районе. Эти условия могут быть выполнены или при достаточном объеме геофизических (сейсморазведочных) данных, или когда залегание пород на глубине аналогично залеганию пластов на поверхности. В последнем случае заданная структурная поверхность строится путем простого пересчета отметок на глубину.

На карте необходимо также отразить изменение складчатости по разрезу, что особенно важно для поисков залежей нефти и газа. Для нефтегазоносных районов установлены многообразные взаимоотношения между складками как на разных стратиграфических уровнях, так и в латеральном направлении для одного и того же стратиграфического горизонта. Эти явления следует отражать на региональных картах, т. е. соответствующие обозначения должны расшифровывать современное строение комплексов, расположенных как выше, так и ниже

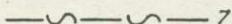
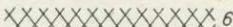
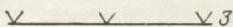
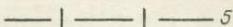
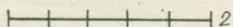


Рис. 33. Образцы условных обозначений складчатости погружения (по И. П. Жабреву, 1962 г. [41]).

Складчатость, отраженная от нижезалегающих горизонтов без дисгармонии: 1 — прослеживаемая по всему разрезу, 2 — затухающая на разных уровнях в неогеновом комплексе; 3 — складчатость более древнего комплекса, не нашедшая отражения в структуре горизонта, по которому ведутся построения; складчатость, дисгармоничная по отношению к нижезалегающим отложениям (диапровая); 4 — прослеживаемая во всем вышележащем комплексе, 5 — затухающая на разных уровнях в неогеновом комплексе, 6 — выход на поверхность ядра пропыкания; 7 — складчатость в неогеновых отложениях над моноклинально залегающим базисным горизонтом (складчатость компенсации).

картируемого. Автор предложил определенными условными знаками выделять ту или иную площадь, характеризующуюся своими особыми признаками, которые контролируют распределение складок по разрезу. Это требует разработки классификации складок и в общем плане, и с учетом изменения складчатой структуры по разрезу.

Для тектонической карты Северо-Западного Предкавказья масштаба 1 : 250 000 И. П. Жабрев разработал следующую схему условных обозначений (за опорную поверхность принята кровля майкопской серии): 1) складчатость поднятия; обозначается наклонной штриховкой и охватывает район Большого Кавказа, т. е. участки, где майкопская серия отсутствует; 2) складчатость погружения; изображается в горизонталях, наносимых на карту разными условными знаками; здесь выделены три разновидности (рис. 33).

Как мы видим, автор стремится полнее изобразить морфологию внутренней структуры нефтегазоносного района. Такая картина является и структурной и специальной, направленной на оптимизацию поисков нефти и газа. Эти же приемы могут применяться при составлении региональных собственно тектонических карт.

Г. Х. Дикенштейн [39] среди основных принципов создания региональных карт на примере западных районов Средней Азии подчеркнул необходимость отразить следующие основные данные: 1) строение поверхности фундамента, его возраст, а также внутреннюю структуру (если есть соответствующие материалы); 2) строение платформенного чехла; 3) разрывные нарушения и их возраст.

Мощность, м					
до 500	500-1000	1000 - 1500	1500 - 2000	>2000	
•	• •	• • •	• • •	• • •	1
-	- - -	- - -	- - -	- - -	2
					3
<	<<	<<	<<	<<	4
○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	5
◆	◆ ◆	◆ ◆	◆ ◆	◆ ◆	6
♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	7
↖	↖ ↖	↖ ↖	↖ ↖	↖ ↖	8
↝	↝ ↝	↝ ↝	↝ ↝	↝ ↝	9

Рис. 34. Условные обозначения литологического состава и мощности формаций (по С. П. Вальбе, 1972 г. [37]).

1 — терригенные; 2 — глинистые; 3 — карбонатные; 4 — эфузивные (андезитовые); 5 — терригенно-глинистые и глинисто-терригенные; 6 — то же, флишоидного типа; 7 — терригенно-карбонатные; 8 — глинистые с пластами андезитов; 9 — угленосно-терригенно-аргиллитовые.

Представляют методический интерес и предложения С. П. Вальбе об изображении формаций, что реализовано на карте, подготовленной под его руководством [37]. На примере Туранской платформеноидной области и Копетдага он демонстрирует важность пространственного отображения размещения формаций и изменения их мощностей. По его мнению, необходимо раскрывать полный формационный состав структурных этажей. В состав этажа (подэтажа) может входить либо одна, либо несколько формаций, между которыми часто нет несогласий. На тектонических картах части подэтажей, сложенные разными формациями, следует показывать оттенками цвета, принятого для данного структурного подэтажа, а состав формаций — накладными штриховыми знаками.

Расчленение полиформационных структурных подэтажей на части формаций, прослеживание латеральных рядов формаций объективно раскрывают историко-геологические особенности района и способствуют более полному отображению структурных взаимоотношений. Это особенно важно при составлении региональных тектонических карт таких территорий, где на поверхности наблюдается в основном один структурный этаж (например, Копетдаг). Здесь тектонические особенности можно выявить по изменениям мощностей формаций (рис. 34).

Заканчивая характеристику методов составления региональных карт, следует еще раз подчеркнуть, что они должны обеспечить более детальное, чем на обзорных картах, тектоническое районирование, изображение морфологии структурных форм и особенностей их развития. Единая методика создания регио-

нальных карт еще не разработана. Будут признаны те приемы, благодаря которым можно добиться наибольшей объемности структурных элементов и яснее раскрыть их происхождение. До последнего времени региональные карты составляют для территорий, построенных так называемой континентальной корой. Это складчатые орогенические области, с одной стороны, и платформы, платформеноиды и разного рода прогибы — с другой; соответственно и карты можно разделить на два типа. Сформулируем основные принципы, последовательность и некоторые технические приемы составления региональных карт для каждого из этих типов. Сначала обратимся к картам складчатых орогенических областей.

Наиболее совершенным изображением тектонического строения, как неоднократно отмечалось, представляются карты, сочетающие морфологию с историей. Первая из этих задач при хорошей геолого-геофизической изученности решается без особых трудов и достаточно полно. На тектонической карте разнообразными условными обозначениями отмечают тектонические структуры всех порядков вплоть до отдельных структурных форм, соответствующих масштабу карты. Наносят следующий комплекс структурных элементов: 1) линии основных простираций, 2) складчатые формы, 3) разрывные дислокации, 4) структуру основания, 5) вергентность масс. Общепринятых условных обозначений для перечисленных характеристик нет; на существующих картах используются многочисленные знаки, при помощи которых эти структурные показатели детализируются (см. рис. 28—30, 33). Так, линии простирации показывают в тех случаях, когда не выяснена морфология структур на том или ином участке, но трассируется их главное простижение. В отдельных случаях, что характерно для выходов докембрия, для одного и того же комплекса выявляются неоднократные деформации, тогда линии простирации могут подчеркнуть разновременность и разнорасположенность этих деформаций.

Для складчатых форм предусматривается разделение их по размеру, морфологии, иногда по времени образования отдельных структур. На картах масштаба 1:500 000 и более детальных форму складчатых структур, если не повсеместно, то на большей площади желательно показывать стратоизолиниями. Это надо делать с таким расчетом, чтобы не перегрузить карту деталями и оставить ее удобочитаемой. При наличии достаточных данных следует отражать дисгармоничность складчатости на глубину и по площади.

Разрывные дислокации обозначаются штриховыми знаками, указывающими на их геометрию, размер, тип, возраст. Все эти показатели в зависимости от конкретных условий и степени изученности могут иметь существенно разное содержание. Так, в одних случаях удается особенно точно изобразить геометрию сместителя, в других — подчеркнуть время заложения и т. д.

Структура основания для фанерозойских складчатых сооружений может быть показана при наличии достаточно полных геолого-геофизических наблюдений. Рельеф фундамента, про-стирание его структур, контуры отдельных структурных форм, сеть дизъюнктивных нарушений, а в отдельных случаях сам факт отсутствия фундамента, построенного корой континентального типа,— все это важные характеристики на пути тектонического анализа той или иной территории.

М. М. Кухтиков рекомендует изображать направление перемещения, или вергентность, масс (складчатых пакетов) [49]. Вергентность относится, скорее, к эпизоду истории развития, но поскольку ее признаки фиксируются в определенных структурных элементах и формах, то она должна быть передана на карте специальными штрихами или стрелками с указанием времени события.

Следующей, более сложной, задачей является выделение на карте естественных тектонических регионов, т. е. тектоническое районирование. Для региональных карт следует рекомендовать районирование по типам развития с учетом неоднократной смены тектонических режимов во времени и по площади, благодаря чему выявляются структурные подразделения разного порядка. Конкретно этот процесс сводится к нескольким последовательным операциям. Сначала на картируемой площади выделяют участки, которые в современный этап развития различаются тектоническими режимами. В регионах с континентальной корой это могут быть территории геосинклинального, орогенного, платформенного и платформеноидного режимов. На региональных картах с их ограниченной площадью обычно наблюдается только один из этих режимов.

Орогенические (складчатые орогенические) области районируют, учитывая особенности строения доорогенного, именно геосинклинального, структурно-формационного комплекса. Почему именно геосинклинального? Дело в том, что непосредственно перед орогеническим режимом та или иная территория могла пережить и малоактивный, например платформеноидный, режим, в результате которого сформировался платформеноидный комплекс. Этот комплекс отличается относительной однородностью по разрезу и по площади, простотой строения, отсутствием синхронных ему интрузивных тел и сингенетического метаморфизма. Таким образом, за время платформеноидного режима территория не разделилась на сколько-нибудь разные по развитию участки и ее районирование не отразило бы строения более древнего, расположенного ниже геосинклинального комплекса.

Свои наиболее характерные отличительные особенности каждая часть орогенической области приобретает в периоды активных тектонических движений, когда она проходит геосинклинальное развитие, сопровождающееся мощной эндогенной

переработкой и формированием сильно дифференцированных геологических тел осадочного и магматического происхождения. Приведем в качестве примера складчатую орогеническую область Тянь-Шаня и Памира. В современный этап она характеризуется единым орогеническим режимом, и, следовательно, вся территория сейчас в тектоническом отношении в общих чертах однородна. Однако если мы проанализируем геолого-тектоническую историю этого региона, то увидим резкие различия в строении ее отдельных частей. Не трудно понять, что в первую очередь они будут наблюдаться в структурно-формационных комплексах геосинклинального происхождения, и прежде всего в их времени формирования. Так, весь Тянь-Шань и Северный Памир построены разновозрастными палеозойскими комплексами, Центральный и Южный Памир — позднемезозойским комплексом. Таким образом, доорогенные образования этой территории можно разделить на две основные части по возрасту геосинклинального развития: Тянь-Шань-Северо-Памирский пояс палеозойских структур и Центрально-Южно-Памирский пояс мезозойских структур.

При более дробном членении можно исходить из времени заложения геосинклиналей, продолжительности их развития. Тогда внутри поясов вырисовываются складчатые системы: Северо-Тянь-Шанская, Средне-Тянь-Шанская, Южно-Тянь-Шанская, Северо-Памирская, Памиро-Каракорумская. Дальнейшее разделение на части, называемые обычно зонами и подзонами, должно опираться на различия, возникающие в пределах систем в течение дифференцированного геосинклинального развития. Границы между ними особенно отчетливо выявляются в средние этапы развития, когда смежные участки внутри геосинклинали (первичные структуры) подвергаются наиболее контрастным движениям, в связи с чем каждый участок отличается своим формационным выполнением, иногда магматизмом и сингенетическим метаморфизмом.

Районирование на региональных картах показывается нанесением контуров структурно-формационных комплексов и их частей — ярусов. Разновозрастные пояса заливают наиболее контрастными по цвету красками; системы могут отличаться друг от друга менее резко; еще менее контрастно, тонами одного и того же цвета, закрашивают зоны и подзоны. Их различия подчеркиваются крапом разных формаций и обозначениями, указывающими на изменения мощности. Для последней цели удачные условные знаки предложены С. П. Вальбе (см. рис. 34).

В большинстве случаев в оконтуривании региональных тектонических подразделений (поясов, систем, зон, подзон) участвуют линии разнотипных и разновозрастных дизъюнктивных нарушений (см. рис. 31). При описываемой методике районирования наиболее дробная и пестрая картина деления получается для последнего структурно-формационного комплекса геосин-

клинального происхождения. В зависимости от загруженности карты на ней специальными границами или редкой штриховкой намечают зональность территории до заложения последней геосинклинали. В этом случае тектонический анализ выявит степень унаследованности разновозрастной зональности, влияние предыдущих режимов на изменения ее плана во времени и в пространстве. Картина эволюции зональности может быть дополнена нанесением контуров зон и подзон, возникших в послегеосинклинальные периоды развития. Региональным тектоническим подразделениям следует давать географические наименования. Глубокому прочтению сущности и эволюции районирования содействуют удачные условные обозначения. Наиболее приемлемой для этой цели является схема районирования и развития, предложенная Н. П. Херасковым и с некоторыми дополнениями примененная нами для карты Памира (см. рис. 28).

Основой для понимания хода тектогенеза по площади складчатой орогенической области является тектоническое районирование — прослеживание региональных тектонических подразделений разного порядка. Выяснение процесса тектогенеза во времени достигается путем выделения разновозрастных структурных комплексов, а в их пределах ярусов и подъярусов; для каждой складчатой системы устанавливается свой стратиграфический объем структурных единиц. Напомним, что структурно-формационный комплекс — это геолого-тектоническое тело, образованное в течение одного режима; ярус — часть комплекса, сформированная в одну из стадий того или иного режима.

Интузивные образования имеют прямое отношение к особенностям тектонического режима и его стадий, поэтому, если они присутствуют, то должны быть четко привязаны в условных обозначениях к временным рамкам структурных ярусов или подъярусов (см. рис. 31).

Складчатые орогенические пояса различаются возрастом комплексов, системы — особенностями строения близких по возрасту комплексов, зоны и подзоны — строением ярусов и подъярусов. Данные соотношения должны использоваться на тектонических картах для отражения истории развития.

В условных обозначениях и на карте индексом геохронологической шкалы или цветом показывают стратиграфический объем возрастных подразделений и их стадий, крапом обозначают формационное выполнение структурно-формационных ярусов, подъярусов, а также мощности формаций. По формациям и их мощности прослеживается расположение в пространстве первичных структур; обозначения структурных форм разного порядка в современном эрозионном срезе указывают на размещение уже вторичных структур.

При построении схемы развития следует так обозначить датировку событий, чтобы не было возрастных перерывов. Например, если нижний структурно-формационный ярус имеет возрастные рамки раннего карбона C_1 , то обозначение следующего яруса должно начинаться с индекса C_2 . Иначе говоря, составитель карты на основании прямых или косвенных данных реконструирует тектонический режим на всем протяжении развития земной коры, если даже из разреза выпали существенные его части и разрез неполный. Понятно, что в оценке тектонического режима для тех отрезков времени, которые не охарактеризованы отложениями, есть элемент субъективизма, но это в большинстве случаев неизбежно. Наибольшие трудности возникают при оценке условий, существовавших в архее и раннем протерозое. Границы ярусов, представляющие собой линии выхода поверхностей несогласий или резких смен в разрезе толщ разного формационного типа, на тектонической карте изображаются так же, как они выглядят на геологической карте. При очень сложном рельфе допускается некоторая генерализация контуров.

Перечисленные приемы позволяют прочитать на карте время событий, тектонические условия, их изменение по площади и во времени, конечные результаты.

Определенная специфика отличает составление региональных тектонических карт второй группы: для платформ, платформеноидов и разного рода прогибов. В. Е. Хайн писал, что при показе строения и истории платформенных территорий возникает трудная задача — отразить возраст фундамента, возраст осадочного чехла, глубину залегания фундамента. Кроме того, надо показать внутреннюю структуру фундамента, которая выявляется путем интерполяции и экстраполяции данных по обнаженным его участкам в пределах щитов и массивов с помощью геофизических наблюдений [98]. В ряде случаев совершенно необходимо отразить еще и формационный состав чехла, выделив хотя бы континентальные, морские и вулканогенные (трапповые) формации. Важно также отметить и проявления новейших тектонических деформаций, особенно там, где они четко выражены.

Задача совмещенного показа всех этих элементов в строении платформ или аналогичных областей пока не может считаться решенной. В. Е. Хайн рекомендует отражать строение впадин чередованием цветных полос, из которых одна отвечает возрасту фундамента, другая — возрасту чехла. Глубину залегания фундамента можно показать жирными черными изолиниями, структуру осадочного чехла — тонкими цветными стратоизогипсами, новейшие деформации — красными изобазами, структуру фундамента — значковыми или штриховыми обозначениями, формационный состав чехла — крапом, причем отсутствие крапа может отвечать распространению морских формаций. Что ка-

саётся щитов и массивов, то методика показа их строения, по мнению В. Е. Хайна, принципиально ничем не отличается от методики изображения складчатых областей. Принимая эти предложения в качестве основы, следует их детализировать и конкретизировать.

Рассмотрим вопросы составления региональных тектонических карт второго типа в том же порядке, в каком это было сделано для складчатых орогенических областей. Наиболее совершенным способом изображения тектоники также следует считать карты, отражающие морфологию в сочетании с историей.

Территории этого типа, как правило, имеют отчетливо выраженное двухэтажное строение. На большей площади развит последний платформенный или платформеноидный структурно-формационный комплекс, структуры которого и должны быть прежде всего изображены на карте. Пока нет ни одной платформы, которая уже завершила бы свое развитие, поэтому все структурные элементы их можно считать (в нашем понимании) первичными.

Платформенные структуры разного порядка характеризуются относительной простотой форм, поэтому для их изображения удобно применять изолинии. В общем случае изолиниями отрисовываются рельеф подошвы платформенного комплекса (рельеф фундамента) и структура основных поверхностей несогласия; в отдельных случаях, когда это имеет практическое значение, отражается внутренняя структура ярусов — изменение залегания как по разрезу, так и в латеральном направлении. Технически это можно сделать способом, предложенным И. П. Жабревым (см. рис. 33). При широком площадном распространении однообразных по составу формаций для уточнения морфологии структур следует кроме крапа, обозначающего тип формаций, наносить данные об их мощности. Здесь можно напомнить обозначения, разработанные С. П. Вальбе (см. рис. 34). Принципиально показ платформенных структурных элементов на региональных картах не должен отличаться от их изображения на обзорных картах. Наиболее удачные обозначения этого типа структур применены на тектонических картах под редакцией Т. Н. Слижарского [85, 86].

Наряду со структурами чехла желательно отразить и структуры фундамента. В каждом конкретном случае в зависимости от многих субъективных и объективных причин (изученности, данных геофизики и бурения) структуру фундамента изображают с большей или меньшей детальностью. В общем случае следует прежде всего показать простиранье и морфологию как разрывных, так и складчатых структур. Результаты неотектонических процессов отражают по-разному: красными изобарами показывают деформацию поднеогеновой поверхности, особыми штриховыми знаками — районы эпиплатформенного орогенеза.

Следующей задачей является выделение на карте естественных тектонических районов. Принципы районирования платформ и платформеноидов для региональных карт окончательно не разработаны. Следует принять во внимание намечающуюся стадийность в развитии платформ. Так, Т. Н. Спижарский называет три стадии: авлакогенную, колюмогенную и эмерсионную [76]. План распределения структурных элементов к концу каждой стадии заметно изменяется, а следовательно, изменяются и границы региональных подразделений. Показать на одной карте разные зональности внутри платформ позволяют стратоизолинии, изопахиты ярусов, контуры современных структурных элементов. Все это с успехом применено на обзорных картах под редакцией Т. Н. Спижарского и может быть использовано при составлении региональных карт.

На этих картах при наличии данных о строении фундамента следует давать и его районирование, основываясь на принципах, принятых для районирования складчатых областей. Технически это можно исполнить или в виде контурных линий разного типа и цвета или в виде редкой фоновой штриховки.

В развитии платформ благодаря их двухэтажному строению прослеживается история формирования чехла и фундамента. Эволюция фундамента на относительно небольших площадях, где его выходы отсутствуют, может быть изображена весьма схематично. Методически это делается так же, как и для складчатых областей. Следует учитывать изменение тектонических режимов во времени и пользоваться соответствующей терминологией (см. таблицы в главе III).

Ход тектогенеза для платформенного периода развития прослеживается выделением разновозрастных ярусов и подъярусов, отражающих историю разных частей комплекса чехла. Не трудно понять, что по стратиграфическому объему структурно-формационный ярус платформы примерно соответствует структурно-формационному комплексу геосинклиналии. Так, на Русской платформе отдельные этапы развития, в течение которых формировались ярусы чехла, отвечают времени образования геосинклинальных комплексов в сопредельных складчатых сооружениях. Стратиграфический объем структурных ярусов в разных местах может быть неодинаковым, поэтому в легенде следует показать соответствующий интервал возрастных колебаний. Обозначение крапом и оттенком цвета формационного выполнения и мощности отдельных ярусов и подъярусов позволяет проследить историю платформы как во времени, так и в пространстве.

Описанные приемы с небольшими изменениями могут применяться для подготовки карт платформеноидных областей и прогибов.

Остановимся на последовательности и некоторых вопросах техники составления региональных карт. Началу работы пред-

шествует период сбора и осмыслиения данных геологии, геофизики, бурения. Существенное значение при этом имеет активное участие в полевых исследованиях составителя или редактора карты.

Первый этап включает всесторонний анализ разреза как на глубину, так и по площади. Анализируют его полноту, мощность, формационный состав, сингенетичный магматизм и метаморфизм. Практически это можно сделать, составив ряд частных стратиграфических колонок и серии геологических разрезов. Наряду с результатами полевых наблюдений это позволит судить о степени неоднородности территории, выявить площадное распространение различных элементов геологического строения, наметить грубую схему развития региона.

На втором этапе составляют рабочий, или аналитический, вариант карты или таблицы, где показывают все главные характеристики намечающихся естественных тектонических районов. Методом независимого графического изображения на карту наносят: 1) историю осадконакопления, 2) проявления магматизма, 3) проявления метаморфизма, 4) формы тектонических структур, 5) полезные ископаемые.

История осадконакопления выявляется путем выделения структурно-формационных комплексов и их частей — ярусов. Начиная с этой операции в карту вносится неизбежный элемент субъективизма. При установлении стратиграфического объема комплексов учитывают прежде всего их формационный состав, степень дифференцированности по площади, мощность, соотношение с подстилающими и покрывающими породами. Границы комплексов, не говоря уже об ярусах, далеко не всегда выражены резкими угловыми несогласиями. Часто они являются рубежами смены формаций, резкого ускорения или, наоборот, замедления осадконакопления, а следовательно, и соответствующего вертикального движения. Внутри комплексов отыскивают второстепенные несогласия, перерывы или границы, разделяющие формации, и на этом основании выявляют стратиграфический объем структурно-формационных ярусов. В зависимости от конкретных условий ярусы в разной степени изменяются по площади; это касается как их формационного состава, так и мощности. Все эти данные служат основой дальнейших суждений о характере движений земной коры по площади и во времени.

Проявления магматизма относятся к важным показателям тектонических условий развития. Поэтому на рабочую карту наносят все данные о строении, составе и возрасте интрузий, стараясь связать их с выделенными комплексами и их частями.

При наличии сведений о метаморфизме важно не только проследить его распространение по площади и фации, но и установить возраст, что имеет первостепенное значение для выводов о характере тектонического режима.

Формы тектонических структур на аналитической карте выражают разными средствами. Так, нанесением формационного края и данных о мощностях формаций показывают разного порядка первичные структуры (прогибы, поднятия); специальными штриховыми знаками или стратоизолиниями отмечают вторичные структуры (антиклиниории, синклиниории, антиклинали, синклинали), разного рода разрывы и другие формы; наконец, изолиниями или другими знаками наносят структурные формы неоген-четвертичного возраста.

Третий этап работы заключается в идеино-теоретическом осмыслении фактов, составлении соответствующей легенды и построении окончательного варианта тектонической карты. В этот этап: 1) устанавливают генезис комплексов и соответствующий тектонический режим; 2) выявляют ярусы и подъярусы разных комплексов, их изменчивость, стратиграфический объем; 3) проводят привязку магматических тел к соответствующим по возрасту ярусам и подъярусам; 4) наносят контуры распространения ярусов, чем оформляют тектоническое районирование; 5) составляют легенду, которая включает две главные части; в первой приводят обозначения структурных форм разного порядка и типа, формаций и прочих геолого-тектонических объектов; во второй располагают схему тектонического развития. Если эту схему строить в виде таблицы (см. рис. 29), то она позволяет кроме истории развития прочитать и тектоническое районирование. Самостоятельные обозначения в ней характеризуют особенности выделенных регионов (систем, зон).

Столбцы таблицы следует располагать в определенном порядке. Так, чтобы отразить тектогенез всей территории СССР, Т. Н. Спижарский расставил регионально-тектонические подразделения слева направо — от регионов с наиболее активными режимами к регионам с менее активными режимами. Соответственно слева направо показаны регионы,形成的авшиеся под воздействием геосинклинального, орогенного, койлогенного и платформенного режимов [85, 86].

В легенде региональных карт, чтобы проследить развитие по площади, региональные подразделения следует расположить столбцами в том же порядке, в каком они чередуются в пространстве, и примерно вкrest зональности.

Условные обозначения возрастных тектонических подразделений в легенде каждой зоны располагают по вертикали. Внизу помещают обозначения наиболее древнего подразделения; в складчатых областях им чаще всего является платформеноидное основание, на котором была заложена последняя геосинклиналь, а на платформах — комплекс основания (фундамента). В самом верху легенды обозначают подразделения, формирующиеся в современную эпоху.

Подписями к условным обозначениям структурных комплексов указывают тектонические режимы и их стадии. Геохро-

нологическое время для возрастных подразделений и режимов выносят в отдельную графу и дают названиями или индексами геохронологической шкалы.

Такое размещение условных обозначений возрастных и региональных подразделений было четко разработано для обзорных тектонических карт Т. Н. Спижарским, но оно с успехом может быть применено для любых региональных карт.

Для удобства прочтения карты следует применить индексацию. Буквенные и цифровые индексы необходимы в качестве дополнительных пояснений к условным обозначениям региональных и возрастных подразделений и интрузивных тел. При разработке индексации должно быть учтено многоэтажное строение земной коры, при котором в ее разрезе могут повторяться сходные по генезису структурно-формационные комплексы* (например, в разрезе могут присутствовать два и более орогенических комплекса).

Индексации, пригодной для любой региональной тектонической карты, предложить, естественно, нельзя. Основываясь на нашем опыте составления карты Памира, а также учитывая индексацию, разработанную Т. Н. Спижарским для обзорных тектонических карт СССР, можно рекомендовать для нее следующие основные принципы. В буквенных обозначениях можно дать названия региона и возрастного подразделения, указать тектонический режим и его этап, при котором это подразделение формировалось. Название региона обозначают прописными буквами, название возрастных структурных подразделений — строчными в зависимости от тектонического режима. Цифрами указывают последовательность образования возрастных подразделений, комплексов, ярусов, магматических тел. Если в регионе выявлено два (или более) комплекса примерно одинакового генезиса (например, разновозрастные орогенические и платформеноидные), то используют римские цифры, отмечающие их последовательность.

Приводимые ниже примеры взяты из условных обозначений к тектонической карте СССР под редакцией Т. Н. Спижарского [85]: 1) Rpf^b — Русская платформа, фундамент, беломорская система; Rp^3 — та же платформа, третий ярус; ΣRp^3 — щелочные породы этого яруса; 2) Vf — Верхоянская складчатая система, фундамент; Vog^1 — та же система, омогеосинклинальный комплекс, первый ярус.

ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Выше было отмечено (см. начало главы IV), что мы не рассматриваем специальные карты, в том числе и палеотектонические. Мы не хотели дублировать новую работу Т. Н. Спижар-

* В этом сказывается определенная условность, так как, строго говоря, ни один режим с течением времени не повторяется.

ского, специально посвященную методике составления палеотектонических карт [63].

В последнее 10-летие среди обобщающих материалов эти карты заняли видное место, знакомство с ними для геологов большинства специальностей необходимо. Потребность в палеотектонических картах возросла в связи с перемещением геологосъемочных и других видов работ на закрытые территории и осуществлением так называемого глубинного картирования.

Все это побуждает хотя бы кратко познакомить читателя с новейшими достижениями в палеотектонической картографии. Как мы знаем, на тектонических картах изображается структура, сформировавшаяся к настоящему времени; об истории тектогенеза, региональных и возрастных подразделений они дают лишь общее представление, какими бы совершенными эти карты ни были. Чтобы более полно изучить закономерности проявления тектогенеза во времени и последовательность формирования под его воздействием региональных и возрастных тектонических подразделений (первичных, вторичных и переработанных), необходимо применить комплексный палеотектонический анализ и на его основе реконструировать тектонические тела. Эти тела изображают на палеотектонических картах, которые составляют на любое заданное время или на любой интервал времени.

На палеотектонической карте при помощи условных обозначений показывают тектоническую структуру земной коры, сформировавшуюся в определенное прошлое геологическое время, тектонический режим или его стадию, под воздействием которой структура сформировалась, и тектоническое районирование, т. е. расположение палеорегиональных тектонических подразделений.

В главе I уже перечислялись наиболее важные работы, которые заложили основы палеотектонической картографии. Здесь рассмотрим только самые новые карты. В 1977 г. вышел атлас палеотектонических карт территории СССР в масштабе 1 : 5 000 000 под редакцией Т. Н. Спижарского. На них изображена палеотектоническая обстановка для пяти временных срезов: поздний протерозой (юрматинское, каратауское, валдайско-юдомское время), ранний кембрий — амгинский век, майский век — поздний кембрий [63а]. Методика отражения тектонических условий на этих картах и особенно построение легенды заметно отличаются от применявшихся до сих пор и свидетельствуют, по нашему мнению, о несомненном совершенствовании тектонической картографии.

Рассмотрим для новых карт преимущественно построение их легенды, что отражает методику их составления. Что касается показа на них конкретных условий палеотектоники, то ограничимся по этому поводу краткими замечаниями.

В основу карт положены представления о структурно-геологической неоднородности земной коры, ее неравномерно-необратимо-направленном развитии под воздействием сменяющихся во времени и в пространстве разных тектонических режимов. Учитывая огромную площадь и заведомо неоднородное строение территории, составители правильно наметили временные интервалы безотносительно к каким-либо тектоническим событиям, а лишь в соответствии с геохронологическими рубежами.

Теоретическая позиция редактора карт в концентрированном виде отражена в условных обозначениях, которые представляют собой, особенно на первый взгляд, довольно сложный, но многоугранный ключ к чтению карт. Большая часть обозначений сведена в таблицу, построенную по методу прямоугольных координат. В левой части легенды в отдельных столбцах последовательно указаны тектонические тела и режимы, в правой — магматические и сedimentационные тела и их вещественный состав.

В первом вертикальном столбце снизу вверх намечены режимы: океанической коры, геосинклинальный, областей завершенной складчатости (орогенный, койлогенный), платформенный. Этим режимам во втором столбце соответствуют регионы первого и второго порядка: области океанической коры; геосинклинальные пояса, включающие омогеосинклинальные системы, срединные массивы, геосинклинальные системы; области завершенной складчатости (орогены, койлогены); материковые платформы. В следующем, третьем, вертикальном столбце показаны стадии тектонических режимов. Они выделены не для всех режимов. Так, для режимов океанической коры, омогеосинклинальных систем, срединных массивов, орогенов, койлогенов стадии не даны. Для геосинклинальных систем намечены демиссионная и инверсионная стадии, для материковых платформ — авлакогенная, эмерсионная, колюмогенная. В четвертом столбце обозначены структурные подкомплексы, соответствующие стадиям тектонического режима, а именно: демиссионный, инверсионный, авлакогенный, колюмогенный, эмерсионный.

Еще правее под общим заголовком расположены многочисленные подразделения в границах регионов первого и второго порядка. Они сгруппированы в два вертикальных столбца, объединяющие регионы соответственно с нисходящими и восходящими движениями. В регионах нисходящих движений за краска тем интенсивнее, чем больше прогибание; таким образом выделяются интервальные тектонические тела. Сечение зависит от амплитуды прогибания (100, 250, 500, 1000, 2500 м). Для территорий с восходящими движениями интервальные тела соответствуют амплитудам поднятий за принятый отрезок времени. В одном столбце изображаются тектонические тела, сложенные породами, образовавшимися при том же режиме до рассматриваемого интервала времени; в одиннадцати столбцах показываются амплитуды восходящих движений структур фун-

дамента за рассматриваемый интервал времени. Среди структур фундамента выделены складчатые системы и мегаблоки.

В правой половине таблицы расположены сначала магматические интрузивные и вулканогенные тела, а далее седиментогенные тела с указанием их вещественного состава. Среди интрузивных тел по их составу выделено шесть типов для образовавшихся в рассматриваемый интервал времени и четыре типа для возникших раньше. Среди вулканогенных тел показано одиннадцать типов, обозначенных комбинациями разных крапов. Седиментогенные тела разделены по составу на десять типов, изображенных также при помощи комбинаций крапов.

Легенда, построенная по принципу прямоугольных координат, одновременно является корреляционной таблицей, позволяющей прослеживать соотношения разных по происхождению тел (тектонических, магматических, седиментогенных) и геологических процессов, под воздействием которых эти тела формировались в течение заданного временного интервала.

За пределы таблицы вынесены другие обозначения: условные знаки для тел вулканогенного и седиментогенного состава; знаки, изображающие последовательную смену в разрезе седиментогенных и вулканогенных тел ранга серий, свит, подсвит; помещена также классификация разрывов по времени их возникновения и по типу строения; кроме того, даны обозначения разного типа изолиний, складок, пунктов местоположения разрезов и т. д.

Методически глубоко продуманные обозначения позволили привести на картах всестороннюю информацию о тектонических условиях, существовавших в течение выбранных интервалов времени. Несмотря на сложность легенды, карты читаются достаточно легко. Удалось выпукло показать регионы, подвергавшиеся воздействию разных тектонических режимов; этим было обеспечено тектоническое районирование. По картам устанавливаются стадии режимов, интенсивность погружений и поднятий, складки, разрывы, образовавшиеся как до рассматриваемого интервала времени, так и в течение его. Благодаря этому читается не только тектоническое развитие для принятого времени, но и его предыстория, степень унаследованности тектонических условий и структурного плана. Легко выявляются временные и пространственные связи между тектоническими движениями и сопутствующими седиментационными и магматическими процессами. Впервые в практике тектонической картографии новые палеотектонические карты содержат все необходимые сведения, которые по современным требованиям должны присутствовать на собственно тектонических картах.

Рассматривая новые карты как несомненный успех в развитии методики отечественной палеотектонической картографии, следует, однако, отметить некоторые недостатки, касающиеся в основном терминологии и построения условных обозначений.

Нам представляется излишним намечать режимы и области завершенной складчатости. Если же их приводить, то следует включать в них и платформы, а не только орогены и койлогены, так как платформы — тоже области завершенной складчатости. Есть все основания выделять орогенный и койлогенный режимы в одном ранге с геосинклинальным и платформенным. Показывая же орогенный и койлогенный режимы под общим заголовком области завершенной складчатости, тем самым орогенный режим по стилю и знаку движения противопоставляют койлогенному. По всем признакам правильнее орогенный режим противопоставлять тафрогенному (рвообразовательному).

Некоторые неудобства при чтении легенды возникают из-за расположения интервальных тектонических тел в виде вертикальных столбцов, что читается как этапность развития, этому способствует и индексация тел снизу вверх цифрами. По идее же автора карт эти тела должны показывать синхронные, но неодинаковые по амплитуде движений разных участков земной коры. Правильнее расположить их в горизонтальной строке. Несколько нарушена логика таблицы из-за того, что в регионах восходящих движений показаны интервальные тела, сложенные породами, образовавшимися только при том же режиме до рассматриваемого интервала времени, и не приведены тела, сложенные породами, возникшими при других режимах также до рассматриваемого интервала. Последние заменены выходами структур фундамента без расшифровки возраста складчатости и тектонических условий, при которых он сформировался. Не предусмотрены также обозначения для показа относительного движения масс (ни в разрывных, ни в складчатых структурах).

Правая половина таблицы условных обозначений вызывает два замечания. Прежде всего, непонятно, почему для интрузивных тел, образовавшихся в рассматриваемый интервал времени, по составу намечено шесть типов, а для образовавшихся раньше — только четыре. Поскольку условные обозначения, как мы понимаем, предназначены для любых временных интервалов, то такие ограничения не позволят читать последующие карты. Второе замечание относится к выделению седиментогенных тел. Построение легенды заставляет думать, что существуют седиментогенные тела, независимые от тектоники. Так ли это? Мы полагаем, что таких тел нет. И в таблице показано, по существу, только седиментационное выполнение тектонических тел: обозначения, соответствующие седиментогенным телам, например доломитовым, песчаным и глинистым, перемежаются в разрезах интервальных тел.

На рассматриваемых картах применена новая методика в отражении конкретных условий палеотектоники разных регионов СССР. Редактор Т. Н. Спижарский и авторы этих карт на основе изучения громадного фактического материала изобразили картину тех режимов и тектонических ситуаций, которые они

считают наиболее достоверными. Другие же геологи могут с этим не согласиться. Так, у нас нет единого мнения с авторами карт о тектонической ситуации в течение кембрия для большей части Альпийского складчатого пояса, Южного и Среднего Тянь-Шаня, Западного склона Урала, где показаны разные стадии геосинклинального режима, которого там в это время, по нашему мнению, не было.

Заканчивая обзор новых палеотектонических карт, мы с большим удовлетворением приветствуем их появление и расцениваем это как важный шаг вперед в развитии тектонической картографии. Методику, разработанную под руководством Т. Н. Спижарского, можно рекомендовать для составления не только обзорных, но и региональных палеотектонических карт (с внесением дополнительных структурных обозначений). Новые карты представляют значительный научный интерес еще и потому, что они вскрывают палеотектонику ранних этапов развития сложно построенной территории СССР. Наконец, эти карты служат ценным учебным пособием в занятиях по геологии СССР, исторической геологии и общей геотектонике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тектонические карты в широком смысле слова стали одним из важных способов обобщения данных геологии (тектоники). Они отражают уровень ее развития и способствуют осмыслинию новых фактов. Тектонические карты, несмотря на разные методики их составления, объединены общей идеей показать структуру земной коры и пути ее формирования. Разные подходы к созданию карт оправданы сложностью объекта и нерешенностью многих коренных вопросов геологии.

Дальнейшему развитию тектонической картографии будут способствовать новые данные о глубинном строении континентов, накопление сведений о структуре дна океанов, совершенствование и унификация тектонических понятий и терминологии, разработка методики более выпуклого отражения на картах как фактического материала, так и его интерпретации. Постоянное усложнение информации неизбежно приведет к еще более широкому распространению специальных, и особенно палеотектонических, карт.

В данной книге отстаивается мысль, что теоретической основой современной тектонической картографии должна оставаться постоянно совершенствуемая концепция геосинклинально-платформенного развития, так как другие концепции, в частности гипотеза тектоники плит, основываются преимущественно на весьма спорных допущениях, а не на фактах. Вместе с тем появление мобилистских взглядов надо считать закономерным. Оно связано с потребностью объяснить некоторые коренные проблемы планетарной геологии, не решенные с позиций геосинклинально-платформенного развития.

Среди таких проблем укажем прежде всего на планетарную палеоклиматическую зональность. Казалось бы, она не имеет прямого отношения к тектоническим картам, поскольку текто-

ника земной коры не зависит явно от климата. Однако, если анализировать горные породы, из которых построены возрастные и региональные тектонические подразделения, не с палеотектонической точки зрения, то можно восстановить и физико-географические и климатические условия, при которых они возникли. Давно известно к тому же, что некоторые из горных пород, расположенные в настоящее время в полярных и субполярных областях, сформировались в тропическом или субтропическом климате, и наоборот. Как можно толковать эти факты?

С позиций фиксизма это можно объяснить тем, что современная планетарная климатическая зональность возникла геологически недавно, а на большем протяжении истории Земли как планеты климат был существенно теплее и равномернее. Такое мнение отстаивал в ряде своих работ по палеоклиматам В. М. Синицын. Дифференциацию климатов этот исследователь намечает с каменноугольного периода.

Другое мнение сводится к тому, что климатическая зональность, аналогичная современной, была присуща и более древним геологическим эпохам. Так, Л. Б. Рухин в 1955 г. писал, что есть все основания полагать, что дифференциация климата, выраженная более или менее резко, существовала на всем протяжении истории Земли, так как она обусловливается сферической формой Земли и неизменной интенсивностью солнечного излучения. Такого же мнения придерживался крупнейший знаток растительности прошлого А. Н. Криштофович. Исходя из таких представлений и учитывая современное распределение на Земле ископаемых организмов и растений, явно принадлежащих разным климатическим областям прошлого, многие исследователи, естественно, обращаются к предположению о больших горизонтальных перемещениях континентов или к мобилистской концепции тектоники плит.

Самого пристального внимания заслуживает интерпретация палеоклиматической зональности и вытекающего из нее механизма движения земной коры, содержащаяся в работе Ч. Хепгуда [113а], с которой автор познакомился, к сожалению, когда рукопись данной книги уже была подготовлена в печать.

Основное содержание его представлений, подтвержденных многочисленными фактами, расчетами и соображениями, сводится, во-первых, к принятию климатической зональности зем-

ногого шара по крайней мере с момента образования осадочных пород и, во-вторых, к допущению скольжения (*shifting*) земной коры в целом по отношению к внутренней части планеты. Причиной смещения (скольжения) верхней оболочки Земли является нарушение в ней распределения масс относительно оси вращения. Для плейстоцена одной из причин такого нарушения были ледниковые полярные шапки, центр масс которых не совпадал с осью вращения Земли. По нашему мнению, гипотеза Хепгуда и идеи ротационистов Б. Л. Личкова, М. В. Столова, С. И. Субботина (на работы которых мы уже ссылались в статье о неомобилизме [20]) являются наиболее доказательными и прогрессивными и в своем сочетании могут при более глубокой их разработке стать ядром современной теории тектоценеза Земли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ажгирий Г. Д. Структурная геология. М., Изд-во Моск. ун-та, 1966. 400 с.
2. Амбарцумян В. А. Марксистско-ленинская философия и современное естествознание.—Коммунист, 1969, № 18, с. 34—46.
3. Апродов В. А. Структурно-геологическая съемка и составление структурных карт.—В кн.: Спутник полевого геолога-нефтяника. Т. 1. Л., Гостоптехиздат, 1954, с. 249—257.
4. Архангельский А. Д. Геологическое строение и геологическая история СССР. М.—Л., Гостоптехиздат, 1941. 376 с.
5. Архангельский А. Д., Шатский Н. С. Схема тектоники СССР.—Бюл. Моск. о-ва испытателей природы, 1933, т. 11. Отд-ние геологии, вып. 4, с. 323—348.
6. Архангельский А. Д., Шатский Н. С., Меннер В. В. Краткий очерк геологической структуры и геологической истории СССР. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1937. 300 с.
7. Атлас литолого-палеогеографических карт Русской платформы и ее геосинклинального обрамления. Масштаб 1 : 5 000 000/Гл. ред. А. П. Виноградов. Ч. 1—2. М.—Л., 1960—1961.
8. Атлас литолого-палеогеографических карт СССР. Масштаб 1 : 7 500 000/Гл. ред. А. П. Виноградов. Т. 1. Докембрий, кембрий, ордовик и силур. М., 1968. (Всесоюз. аэрогеол. трест).
9. Бархатов Б. П. Принципы тектонического районирования Памира.—Вестн. Ленингр. ун-та, 1961, № 18, вып. 3, с. 19—31.
10. Бархатов Б. П. Тектоника Памира. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1963. 244 с.
11. Бархатов Б. П. Палеозойская история и северная граница Альпийского складчатого пояса юга СССР.—Вестн. Ленингр. ун-та, 1966, № 24, вып. 4, с. 7—16.
12. Бархатов Б. П. Четыре основные проблемы тектоники Альпийского пояса юга СССР.—Вестн. Ленингр. ун-та, 1969, № 24, вып. 4, с. 7—16.
13. Бархатов Б. П. Основные этапы тектонического развития архипелага Шпицберген.—Вестн. Ленингр. ун-та, 1970, № 6, вып. 1, с. 157—159.
14. Бархатов Б. П. Очерк тектоники Альпийского складчатого пояса юга СССР. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1971. 120 с.
15. Бархатов Б. П. Проблемы тектоники на XXIV Международном геологическом конгрессе.—Вестн. Ленингр. ун-та, 1973, № 12, вып. 2, с. 173—175.

16. Бархатов Б. П. О новой модели развития Канадских Кордильер.— Вестн. Ленингр. ун-та, 1974, № 12, вып. 2, с. 20—32.
17. Бархатов Б. П., Бархатова Н. Н. Развитие взглядов на тектонику Памира. Л., Изд-во АН СССР, 1962. 51 с.
18. Бархатов Б. П., Мельник Г. Г. Тектоника Памира.— В кн.: Тектоника Памира и Тянь-Шаня. М., Наука, 1964, с. 7—13.
19. Бархатов Б. П., Озонкова Е. К тектонике Свентокшиских гор (Юго-Восточная Польша).— Вестн. Ленингр. ун-та, 1974, № 24, вып. 4, с. 5—11.
20. Бархатов Б. П., Платунова А. П. Неомобилизм, его перспективы.— Вестн. Ленингр. ун-та, 1973, № 6, вып. 1, с. 5—13.
21. Белоусов В. В. Основные вопросы геотектоники. Изд. 2-е, перераб. М., Госгеолтехиздат, 1962. 608 с.
22. Белоусов В. В. Об эндогенных режимах материков.— Геотектоника, 1974, № 3, с. 47—55.
23. Белоусов В. В. Основы геотектоники. М., Недра, 1975. 264 с.
24. Беляевский Н. А. Земная кора в пределах территории СССР. М., Недра, 1974. 280 с.
25. Богданов А. А., Муратов М. В., Хайн В. Е. Об основных структурных элементах земной коры.— Бюл. Моск. о-ва испытателей природы, 1963, т. 38. Отд-ние геологии, вып. 3, с. 3—32.
26. Богданов Н. А., Хайн В. Е. Кордильеры Северной Америки.— В кн.: Тезисы докладов совещания по проблемам тектоники. М., Изд-во АН СССР, 1973, с. 41—42.
27. Борчукаев Ч. Б., Парфенов Л. М. О тектоническом районировании докембрия.— В кн.: Вопросы тектоники докембрия континентов. М., Наука, 1970, с. 7—14. (Сиб. отд-ние АН СССР. Труды Ин-та геологии и геофизики. Вып. 129).
28. Бубнов С. Геология Европы. Т. 2. Внеальпийская Западная Европа. Ч. 1. Каледониды и варисциды. Пер. с нем. А. В. Немиловой, А. В. Струтинской под ред. А. П. Герасимова. Л.—М., 1935. 740 с. (ОНТИ Нар. комис. тяж. пром-сти).
29. Вальбе С. П. Изображение формаций на тектонических картах складчатых сооружений.— Геотектоника, 1968, № 5, с. 80—83.
30. Варданянц Л. А. Тектоническая карта Кавказа в масштабе 1 : 1 000 000. Объяснительная записка. М., Госгеолтехиздат, 1955. 72 с. (Труды Всесоюз. науч.-исслед. геол. ин-та. Н. сер., т. 10).
31. Вернадский В. И. Из прошлого геохимии.— В кн.: Избранные соч. Т. 1. М., Изд-во АН СССР, 1954, с. 25.
32. Высоцкий И. В. Структурно-геологическая съемка. М.—Л., Гостоптехиздат, 1946. 87 с.
33. Габриелян А. А. Тектоническая карта Армянской ССР.— Геотектоника, 1966, № 4, с. 6—13.
34. Гарецкий Р. Г. Тектоника Туранской плиты.— В кн.: Деформация пород и тектоника. МГК, XXII сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 4. М., Наука, 1964, с. 226—238.
35. Гарецкий Р. Г., Яншин А. Л. Тектонический анализ мощностей.— В кн.: Методы изучения тектонических структур. М., Изд-во АН СССР, 1960, вып. 1, с. 115—333.

36. Геологическое строение СССР. Т. 2. Тектоника/Отв. ред. Т. Н. Спижарский. М., Недра, 1968. 535 с.
37. Геолого-тектоническая карта Копетдага и зоны его сочленения с Туркменской плитой/Ред. С. П. Вальбе. Ростов н/Д, 1972.
38. Глубинное строение и геофизические особенности структур земной коры и верхней мантии. Тезисы докл. М., 1975. 51 с.
39. Дикенштейн Г. Х. Основные принципы составления тектонической карты западных районов Средней Азии.— В кн.: Вопросы тектоники нефтегазоносных областей. М., Изд-во АН СССР, 1962, с. 108—115.
40. Древнейшие комплексы докембрия континентов/Н. А. Берзин, Ч. Б. Борукаев, Р. И. Гришкан, Л. М. Парфенов.— В кн.: Вопросы тектоники докембрая континентов. М., Изд-во АН СССР, 1970, с. 15—45. (Сиб. отд-ние АН СССР. Труды Ин-та геологии и геофизики. Вып. 29).
41. Жабрев И. П. О крупномасштабных тектонических картах.— В кн.: Вопросы тектоники нефтегазоносных областей. М., Изд-во АН СССР, 1962, с. 157—162.
42. Зыбин В. А. Методические основы составления тектонической карты юго-востока Горного Алтая.— В кн.: Тектоника Сибири. Т. 6. Методы составления тектонических карт. Новосибирск, Наука, 1973, с. 136—139.
43. Каргинский А. П. Общий характер колебаний земной коры в пределах Европейской России.— Изв. Рос. АН, 1894, № 1, с. 1—19.
44. Каргинский А. П. К тектонике Европейской России.— Изв. Рос. АН, 1919, № 12—15, с. 573—590.
45. Карта новейшей тектоники СССР. Масштаб 1 : 5 000 000/Гл. ред. Н. И. Николаев, С. С. Шульц. М., Госгеолиздат, 1960.
46. Карта современных вертикальных движений земной коры Восточной Европы. Масштаб 1 : 2 500 000/Гл. ред. Ю. А. Мещеряков. М., 1973. (Гл. упр. геодезии и картографии).
47. Кинг Ф. Б. Тектоника Северной Америки. Объяснительная записка к тектонической карте. Пер. с англ. под ред. и с предисл. А. А. Богданова. М., Мир, 1972. 270 с.
48. Косыгин Ю. А. Тектоника. М., Недра, 1969. 616 с.
49. Кухтиков М. М. О методике составления тектонических карт складчатых областей.— Труды Ин-та геологии АН Тадж. ССР, 1961, т. 4, с. 99—112.
50. Лучицкий И. В. О кислых магматических породах океанов.— Геотектоника, 1973, № 5, с. 22—34.
51. Мейерхофф А., Мейерхофф Г. Новая глобальная тектоника — основные противоречия.— В кн.: Новая глобальная тектоника (тектоника плит). М., Мир, 1974, с. 377—455.
52. Мирхамидов Ф. М. О разрывных нарушениях Репетек-Чешминской зоны поднятий.— В кн.: Тектоника Туркмении и сопредельных территорий. М., Наука, 1966, с. 170—172.
53. Муратов М. В. Строение складчатого основания Средиземноморского пояса Европы и Западной Азии и главнейшие этапы развития этого пояса.— Геотектоника, 1969, № 2, с. 3—21.
54. Муратов М. В., Пущаровский Ю. М., Колчанов В. П. Развитие тектонической картографии в СССР.— Геотектоника, 1972, № 6, с. 5—17.

55. Муратов М. В., Хайн В. Е. Геосинклинальные пояса, орогенные пояса, складчатые пояса и их соотношение во времени и пространстве.— В кн.: Орогенные пояса. МГК, XXIII сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 3. М., Наука, 1968, с. 48—53.
56. Мушленко А. И. Метод изображения тектонических форм изолиниями.— В кн.: Методы изучения тектонических структур. М., Изд-во АН СССР, 1960, вып. 1, с. 7—55.
57. Мушкиров И. В., Мушкиров Д. И. Физическая геология. Изд. 4-е, Л.—М., ОНТИ, 1935. 908 с.
58. Наливкин Д. В. Предварительный отчет о поездке летом 1915 г. в Горную Бухару и на Западный Памир.— Изв. Рус. геогр. о-ва, 1916, т. 52, вып. 3, с. 203—239.
59. Наливкин Д. В. Геологические районы СССР.— Проблемы сов. геологии, 1933, т. 1, № 1, с. 35—56.
60. Общие принципы составления обзорных тектонических карт (рецензия на монографию Т. Н. Спижарского «Обзорные тектонические карты СССР»)/ И. В. Архипов, К. А. Клитин, А. Е. Шлезингер, А. Л. Яншин.— Геотектоника, 1975, № 6, с. 118—125.
61. Оренок В. В. Неомобилизм в свете данных о структуре осадков дна Атлантического океана.— Геотектоника, 1975, № 6, с. 111—121.
62. Павловский Е. В. Происхождение и развитие древних платформ.— В кн.: Вопросы сравнительной тектоники древних платформ. Материалы совещания по проблемам тектоники в Москве. М., Наука, 1964, с. 7—14.
63. Палеотектонические карты СССР. Масштаб 1 : 5 000 000. Объяснительная записка/Ред. Т. Н. Спижарский. Л., 1977. 122 с. (Всесоюз. науч.-исслед. геол. ин-т).
- 63а. Палеотектонические карты СССР. Масштаб 1 : 5 000 000. Т. 1. Поздний протерозой — кембрий/Ред. Т. Н. Спижарский. М., 1977.
64. Пейве А. В. Разломы и тектонические движения.— Геотектоника, 1967, № 5, с. 8—24.
65. Пейве А. В. Тектоника Срединно-Атлантического хребта.— Геотектоника, 1975, № 5, с. 3—17.
66. Поршняков Г. С. К вопросу о методике построения структурных линий на геологических картах.— Учен. зап. Ленингр. ун-та, 1957, № 225. Сер. геол. наук, вып. 9, с. 264—273.
67. Поршняков Г. С. О методике составления детальных тектонических карт (на примере палеозоя юга Киргизии).— Вестн. Ленингр. ун-та, 1965, № 6. Сер. геологии и географии, вып. 1, с. 10—19.
68. Поршняков Г. С. Герциниды Алая и смежных районов Южного Тянь-Шаня. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1973. 216 с.
69. Принципы, методика составления и содержание тектонической карты Народной Республики Болгарии масштаба 1 : 200 000/А. Атанасов, С. Бояджиев, С. Богданов и др.— Геотектоника, 1966, № 6, с. 21—30.
70. Пущаровский Ю. М. Принципы тектонического районирования океанов.— Геотектоника, 1972, № 6, с. 18—28.
71. Пущаровский Ю. М., Безруков П. Л. О тектонике восточной части Индийского океана.— Геотектоника, 1973, № 6, с. 3—19.

72. Синицын В. М. Общая схема тектоники Высокой Азии. Бюл. Моск. о-ва испытателей природы, 1955. Отд-ние геологии, т. 30, вып. 4, с. 51—65.
73. Сократов Г. И. Структурная геология и геологическое картирование. М., Недра, 1972. 280 с.
74. Становление континентальной земной коры Северной Евразии (в связи с составлением новой тектонической карты)/А. В. Пейве, А. Л. Яншин, Л. П. Зоненшайн и др.—Геотектоника, 1976, № 5, с. 6—23.
75. Спижарский Т. Н. Тектоническая карта СССР масштаба 1 : 2 500 000.—В кн.: Деформация пород и тектоника. МГК, XXII сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 4. М., Наука, 1964, с. 154—164.
76. Спижарский Т. Н. Обзорные тектонические карты СССР. Составление карт и основные вопросы тектоники. Л., Недра, 1973. 240 с.
77. Спижарский Т. Н., Боровиков Л. И. Тектоническая карта территории СССР.—В кн.: Тектонические карты континентов. М., Наука, 1967, с. 142—153.
78. Тектоника Евразии. Объяснительная записка к тектонической карте Евразии масштаба 1 : 5 000 000/Гл. ред. А. Л. Яншин, М., Недра, 1966. 487 с.
79. Тектоника Европы. Объяснительная записка к Международной тектонической карте Европы масштаба 1 : 2 500 000/Под ред. А. А. Богданова, М. В. Муратова, Н. С. Шатского. М., Недра, Наука, 1964. 364 с.
80. Тектоническая карта Азербайджанской ССР. Масштаб 1 : 500 000. Баку, Изд-во АН АзССР, 1956.
81. Тектоническая карта Грузинской ССР. Масштаб 1 : 600 000/Ред. П. Д. Гамкрелидзе. Изд-во АН ГССР, 1961.
82. Тектоническая карта и карта интрузивных формаций Армянской ССР. Объяснительная записка/А. А. Габриелян, А. И. Адамян, В. Т. Акопян и др. Ереван, Итик, 1968. 73 с.
83. Тектоническая карта Кавказа. Масштаб 1 : 1 000 000/Ред. Л. А. Варданянц. Л., 1955. (Всесоюз. науч.-исслед. геол. ин-т).
84. Тектоническая карта полярных областей Земли. Масштаб 1 : 10 000 000/Ред. Б. Х. Егиазаров. 1970.
85. Тектоническая карта СССР масштаба 1 : 2 500 000/Гл. ред. Т. Н. Спижарский. М., 1966. (Гл. упр. геодезии и картографии).
86. Тектоническая карта СССР масштаба 1 : 7 500 000/Гл. ред. Т. Н. Спижарский. М., 1967. (Всесоюз. аэрогеол. трест).
87. Тектоническая карта СССР масштаба 1 : 4 000 000/Гл. ред. Н. С. Шатский. М., 1953. (Гл. упр. геодезии и картографии).
88. Тектоническая карта СССР масштаба 1 : 10 000 000/Ред. А. А. Богданов. М., 1961. (Гл. упр. геодезии и картографии).
89. Тектоническая карта СССР и сопредельных стран масштаба 1 : 5 000 000/Гл. ред. Н. С. Шатский. М., Госгеолтехиздат, 1956.
90. Тектоническая карта СССР и сопредельных стран масштаба 1 : 5 000 000. Объяснительная записка. М., Госгеолтехиздат, 1957. 77 с.
91. Тектоническая карта Тихоокеанского сегмента Земли, масштаб 1 : 10 000 000/Ред. Ю. М. Пущаровский, Г. Б. Удинцев. М., 1970. (Гл. упр. геодезии и картографии).
92. Тектоническая карта фундамента территории СССР. Масштаб 1 : 5 000 000/Гл. ред. Д. В. Наливкин. Л., 1974.

93. Тектоническая номенклатура и классификация основных структурных элементов земной коры материков/А. А. Богданов, Л. П. Зоненшайн, М. В. Муратов и др.— Геотектоника, 1972, с. 3—21.
94. Тектоническая схема мезозойско-кайнозойского платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. Масштаб 1 : 5 000 000/Гл. ред. Н. Н. Ростовцев.— В кн.: Геология СССР. Т. 44. Ч. 1. М., Недра, 1964.
95. Тектонические карты континентов на XXII сессии Международного геологического конгресса. М., Недра, 1967. 184 с.
- 95а. Тетяев М. М. Принципы геотектонического районирования территории СССР.— Проблемы сов. геологии, 1933, т. 1, № 1, с. 9—34.
96. Туголесов Д. А. О методике составления тектонических карт (на примере Устютара).— В кн.: Проблемы региональной тектоники Евразии. М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 290—321. (Труды Геол. ин-та АН СССР. Вып. 92).
97. Форши Н. Н. К методике структурного анализа платформенных тектонических структур (на примере Волго-Уральской области). Л.—М., Гостоптехиздат, 1953. 49 с. (Труды Всесоюз. нефт. науч.-исслед. геол.-развед. ин-та. Н. сер., вып. 77).
98. Хайн В. Е. О методике составления тектонических карт нефтегазоносных областей.— В кн.: Вопросы тектоники нефтегазоносных областей. М., Изд-во АН СССР, 1962, с. 13—20.
99. Хайн В. Е. Новая глобальная тектоника — современное состояние и нерешенные вопросы.— В кн.: Металлогенез и новая глобальная тектоника. Краткие тезисы докл. к Всесоюз. науч.-техн. совещанию «Проблемы металлогенеза в свете идей новой глобальной тектоники». 17—20 дек. 1973 г. Л., 1973, с. 33—35.
100. Хайн В. Е. Общая геотектоника. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Недра, 1973. 512 с.
101. Херасков Н. П. Принципы составления тектонических карт складчатых областей на примере Южного Урала.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1948, № 5, с. 121—134.
102. Херасков Н. П. Принципы составления тектонических карт складчатых областей на примере Южного Урала.— В кн.: Тектоника и формации. М., Наука, 1967, с. 33—46.
103. Цейзинг Курт. Тектонический глобус Земли в масштабе 1 : 38 600 000. Приложение к тектоническому глобусу Земли. 1972. 17 с.
104. Чернышев Ф. Н. Историческая геология. Каменноугольная и пермская системы. Петроград, Изд-во Коняева, 1915. 191 с.
105. Чудинов Ю. В. Расширение Земли как альтернатива «новой глобальной тектоники».— Геотектоника, 1976, № 4, с. 16—36.
106. Шарапов И. П. Проблема научной революции в геологии.— В кн.: Применение математических методов и ЭВМ при поиске полезных ископаемых. Новосибирск, 1973, с. 40—62.
107. Шарданов А. Н. Тектоническая карта Краснодарского края.— В кн.: Вопросы тектоники нефтегазоносных областей. М., Изд-во АН СССР, 1969, с. 149—156.
108. Шатский Н. С. Большой Донбасс и система Вичита. Сравнительная тектоника древних платформ. Ст. 2.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1946, № 6, с. 57—90.

109. Шерман С. И. О новом типе карт тектонической трещиноватости.—*Геотектоника*, 1966, № 3, с. 141—143.
110. Школьников А. Д., Вуль В. А., Омелин В. М. Автоматизация обработки графической информации при решении горных и геолого-геофизических задач. Л., Недра, 1976. 215 с.
111. Шлезингер А. Е. Тектоническая карта Украинской и Молдавской ССР. Рецензия.—*Геотектоника*, 1976, № 2, с. 111—115.
112. Шульц С. С. Геоструктурные области и положение в структуре Земли областей горообразования по данным новейшей тектоники СССР.—В кн.: Активизированные зоны земной коры, новейшие тектонические движения и сейсмичность. М., Наука, 1964, с. 31—44.
- 112а. *Geology of the North-West European continental shelf*. Vol. 2. 1976, p. 12.
113. *Guidebook field excursion A03—C03, geology of the Southern Canadian Cordillera*. XXIV IGC. Montreal—Quebec, 1972, p. 1—87.
- 113а. *Hapgood C. H. Earth's shifting crust*. Publ. Pantheon Books Inc., New York, 1958. 438 p.
114. *IGC. XXIV session. Canada—1972. Abstracts*. Montreal, 1972. 561 p.
115. *IGC. XXIV session. Canada—1972. Section 3. Tectonics*. Montreal, 1972. 659 p.
116. Monger J. W. H., Souther G., Gabrielse H. Evolution of Canadian Cordillera: A Plate-tectonic model.—*Amer. J. Sci.*, 1972, vol. 272, p. 577—602.
117. Pegrum R. M., Rees G., Nayler D. *Geology of the North-West European continental shelf*. Vol. 2. London, Dudley, 1975, p. 5—19.
118. Peive A. V., Perfiliev A. S., Ruzhentsev S. V. Problems of intracontinental geosynclines.—*IGC, XXIV session. Section 3. Tectonics*. Montreal, 1972, p. 486—493.
119. Stille H. *Grundfragen der vergleichenden Tektonik*. Berlin, Verl. Gebrüder Borntraeger, 1924. 443 S.
120. Suess E. *Das Antlitz der Erde*. Leipzig, Bd 1, 1883. 310 S.; Bd 2, 1888. 414 S.; Bd. 3, 1901—1909. 508 S.
121. Wilson I. T. A revolution in Earth science.—*Geotimes*, 1968, vol. 13, N 10.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава I. Очерк истории развития тектонической картографии	7
I период. Структурные, тектонические и палеотектонические схемы	8
II период. Структурные, тектонические и специальные карты	13
III период. Современные тектонические и специальные схемы и карты	28
Глава II. Теоретические основы тектонической картографии	39
О причинах противоречивости геотектонических построений	39
Неомобилизм и его перспективы	42
Основные положения гипотезы тектоники плит	42
О конкретном приложении гипотезы тектоники плит для объяснения развития Канадских Кордильер	53
Геологическое строение Канадских Кордильер по профилю Калгари—Ванкувер	53
Эволюция Канадских Кордильер с позиции тектоники плит	59
Некоторые соображения об основных периодах развития юга Канадских Кордильер и их районировании	62
О главных недостатках гипотезы тектоники плит	65
Геосинклинально-платформенная гипотеза как основа тектонической картографии	67
Глава III. Принципы тектонического районирования и типы тектонических карт	73
Типы тектонического режима	73
Региональные и возрастные тектонические подразделения	81
Влияние объективных причин на тектоническое районирование	88
Типы тектонических карт	90
Глава IV. Приемы и условия составления тектонических схем и карт разного типа и масштаба	94
Тектонические схемы	94
Исходные материалы	95
Целевое назначение	95
Приемы и условия составления	96

Структурные карты	104
Исходные материалы и целевое назначение	104
Приемы и условия составления	105
Собственно тектонические карты	111
Исходные материалы	111
Целевое назначение	112
Приемы и условия составления	113
Обзорные карты	116
Региональные карты	137
Палеотектонические карты	174
Заключение	180
Список литературы	183

ИБ № 3524

Борис Петрович Бархатов

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Редактор издательства Л. Г. Ермолаева. Переплет художника Ю. И. Прошлецова. Технический редактор Н. П. Страстина. Корректор Н. П. Никитина.

Сдано в набор 11.07.78. Подписано в печать 23.12.78. М-18423.
Формат 60×90/16. Бумага кн.-журн. Печать высокая. Гарнитура
литературная. Печ. л. 12. Уч.-изд. л. 12,04. Тираж
4000 экз. Заказ 339/416. Цена 75 коп.

Издательство «Недра». Ленинградское отделение. 193171,
Ленинград, С-171, ул. Фарфоровая, 12.

Ленинградская типография № 8 «Союзполиграфпрома» при
Государственном комитете СССР по делам издательств,
полиграфии и книжной торговли.
190000. Ленинград, Прачечный пер., 6.

75 коп.

2867