Тектонические карты

Ю. М. Пущаровский
Доктор геолого-минералогических наук

Юрий Михайлович Пущаровский, старший научный сотрудник Геологического института АН СССР. Работает в области региональной и теоретической тектоники. Автор и редактор ряда тектонических карт крупных областей земного шара.

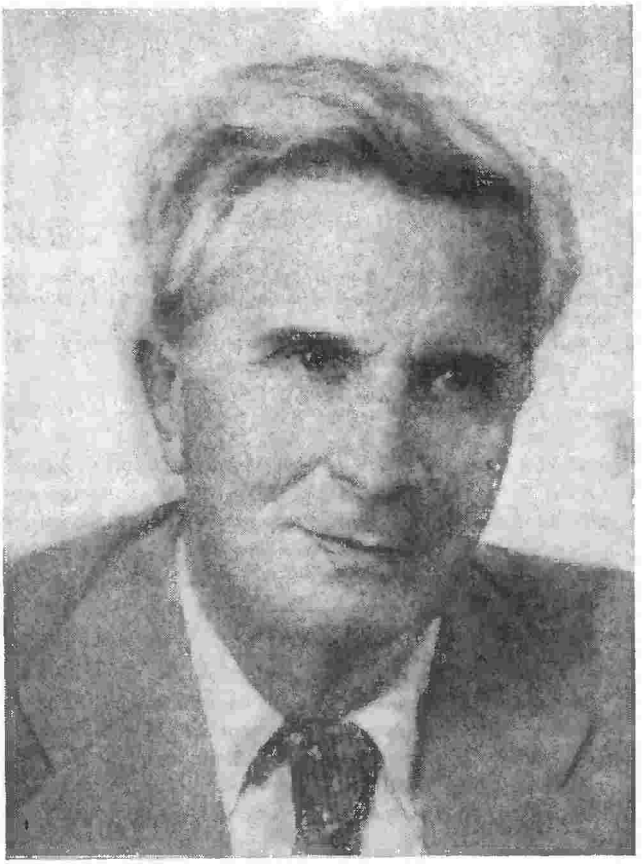
Кто не знает, что географические карты с изображением суши, морей, рек, поселений существовали еще в глубокой древности. Геологические карты, на которых показывается распространение горных пород разного возраста, впервые появились лишь в начале XIX в. А тектонические карты, о которых я хочу сейчас рассказать, стали составляться совсем недавно. Что же это за карты и как геологическая мысль пришла к необходимости их создания?

Почему геологи начали составлять тектонические карты

Тектонические карты суммируют наши знания о строении земной коры. Появление таких карт связано со всей предыдущей историей тектоники — науки о структурных формах и истории развития земной коры. Их непосредственными предшественниками были небольшие мелкомасштабные схемы и карты, помещавшиеся на страницах геологических журналов и книг. Сначала этого было вполне достаточно для иллюстрации конкретных данных о тектоническом строении земной коры. Однако с расширением геологических исследований, которые постепенно охватывали все новые территории, резко возросло и число тектонических открытий. Этому способствовало увеличение буровых работ, особенно нефтепоисковых. Большое значение имело внедрение в геологию аэрометодов и развитие геофизики и морской геологии. В новых условиях представить план размещения структур на поверхности Земли стало уже невозможно без специального картографического обобщения накопившихся фактов. Дальнейшее развитие теории образования структур на планете (тектогенеза), изучение причин и форм проявления тектонических движений, т. е. понимание законов структурного развития Земли, также настоятельно требовало более полного, чем прежде, и одновременно наглядного синтеза всех фактических данных. Наконец, тектонические сведения (в их возможно более полном объеме) оказались нужными для выяснения закономерностей распределения полезных ископаемых в земной коре, потому что очень многие месторождения находятся в совершенно определенной связи со структурными формами.

Таковы главные предпосылки создания тектонических карт, появление которых следует рассматривать как важный качественный скачок в развитии знаний о Земле. Всего 20—25 лет назад геологи начали публиковать относительно крупномасштабные тектонические карты, многолистные и многокрасочные, охватывающие обширные районы земной поверхности. Тем не менее работа в этой области продвинулась уже настолько далеко, что тектоническое картографирование стало сейчас одним из главнейших способов познания структур Земли. Тектонические карты не только сводят воедино большой фактический материал о строении земной коры. Они содержат элементы научного синтеза, и в этом — их отличие от геологических карт, на которых отражение теоретической трактовки явлений минимально.

На тектонических картах находят отражение типизация



Николай Сергеевич Шатский — создатель первой тектонической карты СССР

структурных форм, чрезвычайно разнообразных как морфологически, так и генетически, определенные представления о естественных группировках таких форм, обобщенные данные о времени образования тектонических зон и т. д.

Принцип составления

Период исследований, связанный с составлением тектонических карт крупных частей поверхности Земли, начался в 1953 г., когда вышла в свет первая тектоническая карта СССР, составленная в масштабе 1 : 4 000 000. Эта карта отличалась несравненно большей специальной нагрузкой, чем все предыдущие схемы, и ярко отражала распределение всех главнейших платформенных (обычно равнинных) и складчатых (обычно горных) областей, а также их внутреннее строение. Успех этой работы был связан с тем, что на огромной территории нашей страны тектонические структуры крайне разнообразны. Будучи нанесены на карту сравнительно крупного масштаба, они внесли много новизны как в регионально-тектонические, так и в общие теоретические представления.

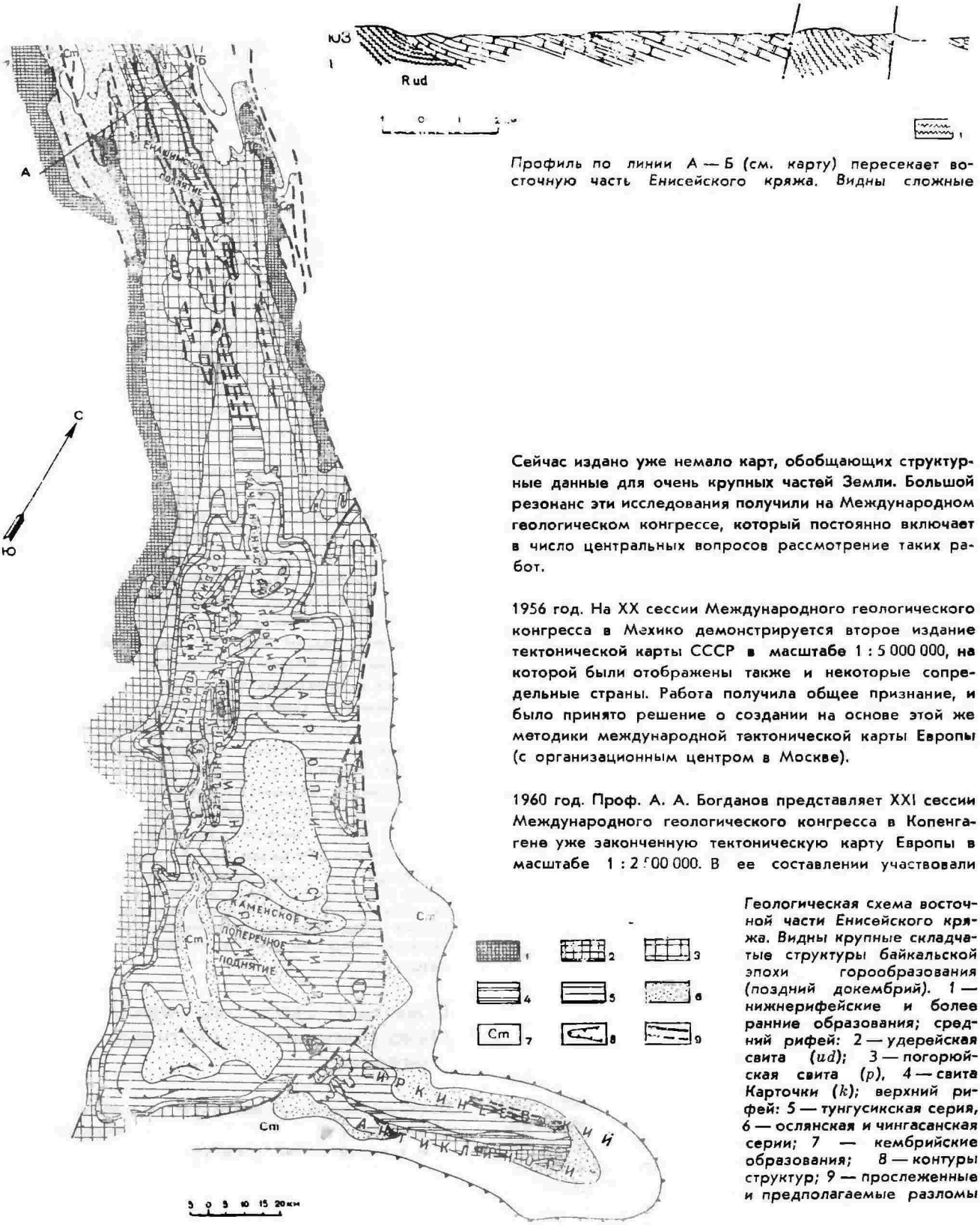
Инициатором и руководителем работы по составлению тектонических карт был акад. Н. С. Шатский (1895—1960 гг.), организовавший ее в Геологическом институте АН СССР. В основу разработанных им принципов и методики составления таких карт легла работа А. Д. Архангельского и Н. С. Шатского о тектоническом районировании СССР, опубликованная еще в 1932 г.

Существо принципа заключается в районировании земной коры в зависимости от времени образования распространенных на ней складчатых областей. Опыт работы над другими картами показывает, что для континентов в целом или их крупных частей этот принцип и ныне остается наиболее объективным и целесообразным. Складчатые зоны, такие как Урал, Кавказ, Верхоянье и т. д., образуются в последнюю стадию длительного развития участков земной коры, отличавшихся высокой подвижностью — так называемых геосинклиналей. Анализ процесса осадконакопления, а также магматические, структурные и некоторые другие критерии в большинстве случаев позволяют однозначно определить время окончания геосинклинального развития той или иной зоны земной коры, а следовательно, и отобразить на карте складчатые зоны разного возраста. Последовательное применение разработанного Н. С. Шатским принципа позволяет четко выявить области древних и молодых платформ [1], допалеозойские, палеозойские, мезозойские и кайнозойские складчатые области, сопровождающие их компенсационные прогибы (так называемые краевые прогибы), различного рода впадины, современные геосинклинальные зоны и т. д. — одним словом, выявить все главнейшие тектонические образования земной коры, без чего не представляется возможным ни вскрывать законы ее структурного развития, ни устанавливать закономерности распространения полезных ископаемых. В соответствии с принятым принципом составления обзорной тектонической карты ее основные цвета предназначены именно для показа областей складчатости разного возраста. Отображение их внутренней структуры (поднятий, прогибов и др.) достигается применением оттенков соответствующего цвета. В связи с важным значением структур платформенного чехла (вспомним хотя бы нефтяные месторождения) для них также подбираются особые цветовые знаки, а кроме того, когда это возможно, дается глубина залегания фундамента платформ. Специальные структурные знаки показывают местоположение и характер частных платформенных и складчатых деформаций и разрывов.

Советские карты обсуждаются на Международном геологическом конгрессе

После опубликования первой тектонической карты СССР дальнейшая работа по тектоническому картографированию в нашей стране стала развиваться очень быстро.

[1] Платформы представляют собой складчатые структуры, перекрытые не смятыми в складки толщами отложений; складчатые структуры — фундамент платформ, а нескладчатые — их чехол.



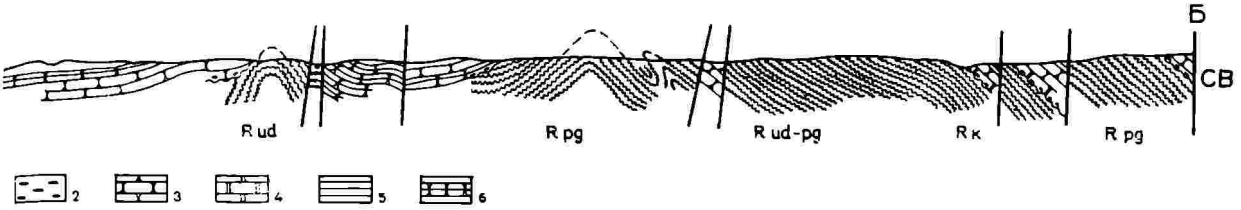
Профиль по линии А — Б (см. карту) пересекает восточную часть Енисейского кряжа. Видны сложные

Сейчас издано уже немало карт, обобщающих структурные данные для очень крупных частей Земли. Большой резонанс эти исследования получили на Международном геологическом конгрессе, который постоянно включает в число центральных вопросов рассмотрение таких работ.

1956 год. На XX сессии Международного геологического конгресса в Мехико демонстрируется второе издание тектонической карты СССР в масштабе 1 : 5 000 000, на которой были отображены также и некоторые сопредельные страны. Работа получила общее признание, и было принято решение о создании на основе этой же методики международной тектонической карты Европы (с организационным центром в Москве).

1960 год. Проф. А. А. Богданов представляет XXI сессии Международного геологического конгресса в Копенгагене уже законченную тектоническую карту Европы в масштабе 1 : 2 500 000. В ее составлении участвовали

Геологическая схема восточной части Енисейского кряжа. Видны крупные складчатые структуры байкальской эпохи горообразования (поздний докембрий). 1 — нижнерифейские и более ранние образования; средний рифей: 2 — удерейская свита (*ud*); 3 — погорюйская свита (*p*), 4 — свита Карточки (*k*); верхний рифей: 5 — тунгусикская серия, 6 — ослянская и чингасанская серии; 7 — кембрийские образования; 8 — контуры структур; 9 — прослеженные и предполагаемые разломы



складки и разрывы. Схема и профиль составлены геологом Е. С. Постельниковым (1967 г.). 1 — рифейские (R) метаморфические образования; 2 — конгломераты; 3 — песчаники; 4 — доломиты и доломитизированные известняки; 5 — аргиллиты и алевролиты; 6 — терригенно-карбонатный флиш

многие геологи разных стран, но особенно большая роль принадлежала ученым СССР (Н. С. Шатский, А. А. Богданов и др.). Карта вызвала широкие отклики и способствовала подъему тектонических исследований, особенно в Европе. На той же сессии советской делегацией была продемонстрирована карта Арктики в масштабе 1 : 10 000 000 (издана в 1963 г.), составленная в Геологическом институте АН СССР автором этих строк.

1964 год. На XXII сессию Международного геологического конгресса в Дели Геологический институт АН СССР представил тектоническую карту Евразии (масштаб 1 : 5 000 000, главный редактор — академик А. Л. Яншин). Эта карта уникальна по той площади, которую она охватывает — 24% всей поверхности Земли! Кроме Европы и Азии она включает север Африки, большую область Арктики (с частями Гренландии и Аляски) и север Австралийского континента. На ней можно видеть межматериковые тектонические связи, Особенность карты Евразии еще и в том, что она отображает тектоническое строение дна внутриматериковых и окраинных морей, а также океанических пространств, тогда как раньше для них давались лишь батиметрические характеристики.

1968 год. На созванной в Праге XXIII сессии Международного геологического конгресса автором была представлена тектоническая карта Тихоокеанской половины земного шара в масштабе 1 : 10 000 000, только что законченная в результате совместной работы ученых Геологического института и Института океанологии АН СССР. На ней показано тектоническое строение дна Тихого океана и окружающих его пространств суши. Эта новая работа раскрывает большое своеобразие структурного плана и тектонических процессов в тихоокеанской области Земли.

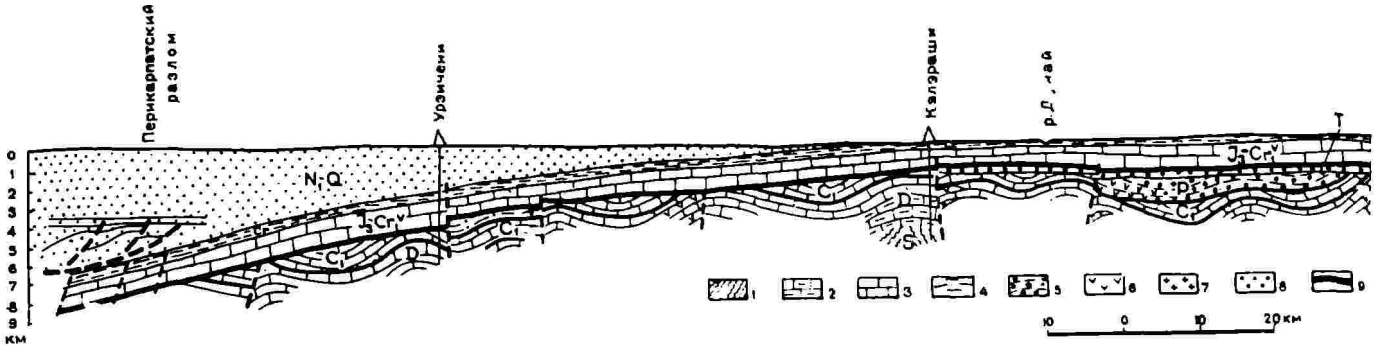
Создание всех этих и ряда других тектонических карт, которые здесь не назывались, нужно расценивать как крупный шаг, сделанный советской геологией на пути к новому, полному синтезу тектоники мира, отвечающему современному этапу развития наук о Земле.

Главные научные результаты

Анализ обзорных тектонических карт позволяет расшифровывать все новые и новые структурные закономерности в облике Земли. В то же время такие карты намечают пути подхода и к детальному структурному анализу, определяя общий тектонический фон каждого участка земной коры. Они создают предпосылки для рассмотрения частных явлений во взаимосвязи с более общими, а тем самым — и для оценки значения частностей. Обычно тектонический анализ основывается на трех методах исследования: структурном, историческом и сравнительно-тектоническом.

Поскольку в обзорных тектонических картах, как уже говорилось, заложен элемент теоретического синтеза, то к ним необходим пояснительный текст. Поэтому все тектонические карты сопровождаются специальными книгами или статьями. Среди книг фундаментальное значение имеют три: «Объяснительная записка к тектонической карте СССР и сопредельных стран» (1957 г.), «Тектоника Европы» (1964 г.) и «Тектоника Евразии» (1966 г.). Каковы же основные научные результаты работ по составлению обзорных тектонических карт?

Одним из существенных итогов нужно считать дальнейшее развитие и углубление геосинклинальной теории. Это важно отметить, поскольку в последние годы иногда высказываются мнения, будто эта теория устарела и от нее надо отказаться. Обзорные тектонические карты показывают, что крупные структурные области земной коры располагаются в пространстве закономерно и в течение длительного времени развиваются взаимосвязанно. На больших площадях прослеживается правильная смена разновозрастных складчатых зон, а это позволяет устанавливать их последовательные пространственные ряды. Одновременно выявляются естественные участки флангового и бокового (поперечного) выклинивания геосинклинальных областей или систем, которые подчеркивают целостность таких тектонических единиц. Сравнение складчатых областей разного возраста вскрыло большую сложность геосинклинального процесса на Земле и показало не только его количественное сокращение, но и качественное изменение в ходе геологического времени. Так, например, по комплексу своих свойств области позднедокембрийской, среднепалеозойской, верх-



Геологический разрез Мизийской плиты. На этом разрезе, проходящем между Карпатами и Балканами, видно строение молодой платформы. Ниже жирной черной линии — фундамент, выше—чехол. Профиль составлен Р. Г. Гарецким (1968 г.). Для расшифровки структуры очень важными были данные бурения. 1 — сланцы ордовика-силура (O—S); 2 — терригенно-карбонатные породы девона (D); 3 — известняки девона и нижнего карбона (D—C₁); 4 — терригенные породы среднего и верхнего карбона (C₂—C₁); 5 — красноцветы перми (P); 6 — эффузивы девона, карбона и перми; 7 — соляная толща перми; 8 — триас (T), в основном нижний;

непалеозойской и кайнозойской (альпийской) складчатостей не схожи друг с другом, причем в смене этих свойств обнаруживается определенная направленность.

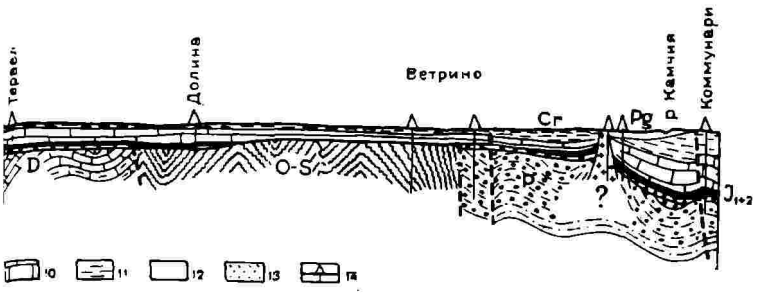
Сложность геосинклинального процесса на Земле состоит и в том, что окончание основных эпох складчатостей в разных частях планеты не приурочено к строго определенному времени. Известно много случаев опережения или, наоборот, запаздывания главной складчатости относительно усредненного временного уровня ее проявления, так что, по сути дела, в каждом геологическом периоде где-либо на Земле происходила большая складчатость. Другими словами, как считает А. Л. Яншин, эпох повсеместного планетарного покоя, разделяющих эпохи складчатости, не существовало.

Работа над тектоническими картами дала большой толчок развитию представлений о местоположении и характере структурных форм на Земле, закономерностях тектонической эволюции и происхождении современных геосинклинальных областей, ранее почти не затрагивавшихся тектоническим анализом. Такие области локализованы в полосе, разграничивающей материки и ложе Тихого океана. В связи с этим при анализе современного геосинклинального процесса рождаются новые интересные идеи о структурных преобразованиях земной коры как океанического, так и континентального типа.

Составление обзорных тектонических карт привело к необходимости несравненно более детальной, чем прежде, тектонической расшифровки площадей океанического и морского дна. Проведенные в этом направлении исследования — другой значительный итог работы над картами. Если принять во внимание, что Мировой океан занимает 70% поверхности нашей планеты, то важность таких исследований станет особенно убедительной. Хотя структурное изучение шельфовых зон, с одной стороны, и дна глубоководных областей, с другой, ново в науке, оно дало уже существенные результаты. Вместо старых представлений о простом строении дна океана перед нами возникла сложная картина его тектоники: она впервые раскрывает (пусть отчасти еще гипотетически) связи между тектоническим строением материков и океанов и одновременно позволяет подойти к более обоснованному решению сложнейшей проблемы — времени образования океанов. Как выясняется, океаны разновозрастны и, более того, разновозрастны их отдельные части.

Еще один важный итог работ над картами — определение и выявление структурных черт гигантского планетарного Тихоокеанского пояса. Он окружает ложе Тихого океана, примыкая с внешней стороны к древним платформам внутренних частей материков. Ему свойственны особое строение и особые черты тектонического развития. Это подтверждается специфическими сериями горных пород, своеобразными структурными формами, необычными проявлениями магматизма (интрузивного и эффузивного), особым характером тектонической зональности, распространением на огромных площадях мезозойских и кайнозойских областей складчатости, каких практически нет за пределами Тихоокеанского пояса, мощнейшим развитием современного геосинклинального процесса и другими признаками. Все сказанное свидетельствует об особых законах тектонической эволюции данной области земной коры. Как теперь выясняется, исторические корни такой специфики уходят в очень древнее геологическое прошлое.

Нельзя не отметить, что тектоническое картографирование способствует дальнейшему развитию представлений о глубовом строении земной коры. Главнейшие структурные области обычно резко очерчены и разграничены крупными длительно развивающимися зонами разломов. При этом соседние структурные области могут иметь торцовый характер стыка. Это один из многих признаков, существующих в структурных рисунках земной поверхности, которые позволяют думать о горизонтальных взаимоперемещениях отдельных блоков. На стыке плат-



9 — отложения нижней и средней юры (J_{1+2}); 10 — карбонатный комплекс верхней юры — валанжина ($J_3 — Cr_1$); 11 — отложения мела (Cr); 12 — отложения палеогена (Pg); 13 — отложения неоген-антропогена ($N_1 — Q$); 14 — скважины

форменных и складчатых областей нередко протягиваются длинные, но узкие прогибы, с которыми часто связаны значительные месторождения нефти и горючего газа.

С работой над тектоническими картами связано также становление нового учения о тектонической асимметрии нашей планеты. Если раньше «водные» полушария Земли противопоставлялись «континентальным» (северное — южному или западное — восточному), то теперь вместо этого географического подхода определился тектонический подход, основанный на структурном анализе планеты. На основании изучения Тихоокеанского тектонического пояса и строения дна Тихого океана, резко отличающегося от дна остальных океанов, возникла мысль о глубоком отличии Тихоокеанского сегмента земной коры от другого, Атлантического ее сегмента. В этом и состоит главная асимметрия в строении земной коры. Чрезвычайно интересно, что вскоре после того как была выявлена эта крупнейшая тектоническая особенность Земли, явление структурной асимметрии было открыто и на Луне. Выяснение причин этого явления и вытекающих из него следствий составляет одну из важных задач современной тектоники.

Прикладное значение карт

Как показала практика, тектонические карты способствуют расширению научных основ для поисков и прогнозов полезных ископаемых. Поэтому ими широко пользуются специалисты, связанные с изучением минерально-сырьевых ресурсов — рудных полезных ископаемых, нефти, горючего газа, каменного угля и разнообразных видов нерудного сырья. Эти карты служат основой для выяснения связей между размещением полезных ископаемых и тектоническими структурами. Они позволяют шире подойти к проблеме эпох минералообразования, к вопросу об эволюции его во времени, к изучению соотношения между металлогенической и тектонической зональностями и т. д.

Тектонические карты в равной степени полезны и для петрологов, и для гидрогеологов, и для геохимиков. Большим подспорьем они служат при интерпретации геофизических полей и аномалий, а также для сейсмических и вулканологических исследований. Составленные тектонические карты с успехом используются морскими геологами и географами. Помимо этого, обзорные тектонические карты широко применяются в педагогической практике (при изучении геологических дисциплин в высших учебных заведениях) и в музейной работе.

Советские специалисты по составлению обзорных тектонических карт делятся своим опытом и принимают участие в аналогичных работах, проводимых в некоторых странах социалистического содружества. В качестве примера можно привести тектоническую карту Кубы, изданную в 1966 г., в масштабе 1 : 1 250 000. Благодаря своему достаточно крупному масштабу она может служить основой для проведения сравнительно детального металлогенического анализа.

Все, упоминавшиеся выше обзорные тектонические карты составлены по одному принципу, и между ними существует определенная идейная преемственность. Однако не следует думать, что работа по их созданию явится кульминационным пунктом в развитии знаний о структурообразовании на Земле. Вне сомнения, что это только определенный этап, за которым последует другой, также вызванный накоплением новых геологических фактов. Отдельные из них, например относящиеся к расшифровке строения сравнительно глубоких частей земной коры, уже начинают появляться. Безусловно, в дальнейшем возникнут какие-то иные формы обобщения материалов, иные карты. Но современный этап, этап исследования главных структурных областей земной коры, который основывается на конкретных сведениях о всех частях суши, добытых прежде всего при площадных геологических съемках, как это уже ясно, займет в истории тектоники значительное место.

♦

Таковы в самых общих чертах история и сущность одного из крупных достижений в развитии геологических знаний в нашей стране за последние десятилетия, явившегося результатом интенсивной работы ряда творческих коллективов.

На последней, XXIII сессии Международного геологического конгресса, проходившей в августе 1968 г., уже демонстрировались фрагменты Международной тектонической карты мира в масштабе 1 : 15 000 000. В будущем предстоит составить ее полностью. Как и раньше, организация работы по составлению карты мира возложена на специальный международный научный орган с центром в Москве. Появление новой карты явится важным событием, венчающим объединенные усилия ученых мира в целях синтеза всех существующих данных о строении земной коры.

УДК 551.24:912