

О ПРИНЦИПАХ И МЕТОДИКЕ СОСТАВЛЕНИЯ КАРТЫ НОВЕЙШЕЙ ТЕКТОНИКИ СИБИРИ

1. Неотектонические карты — как разновидность тектонических карт

Неотектонические карты следует рассматривать как одну из разновидностей карт тектонических. По-видимому, принципы их составления должны быть сходными. Однако такое, казалось бы, безусловное положение не всегда строго выдерживается, и ряд исследователей при составлении неотектонических карт за базисную основу принимают критерии, отражающие не столько структуру и эндогенные процессы, проявленные в формах рельефа, а экзогенные факторы, закрепленные в рельефе, но прямо не связанные с неотектоническими процессами.

По определению Т. Н. Спизарского (1973), «тектоническая карта — это документальное графическое изображение на плоскости при помощи системы условных обозначений тектонической структуры всей земной коры или отдельных регионов в их динамике с указанием тектонических режимов и связи последних с другими геологическими процессами» (с. 9). Цели и задачи **составления неотектонической карты не противоречат такому определению**. Специфика ее сводится к выделению неотектонических структур и особенностей неотектонического режима. Поскольку все разнообразие тектонических форм и режимов изобразить на карте невозможно в связи с техническими трудностями, на рассматриваемых типах карт, как правило, не показываются структуры и режимы докайнозойского этапа развития (если, конечно, они не подверглись неотектонической активизации).

Преобладающее большинство известных неотектонических карт строится на базе одного из двух принципов: геоморфологического или структурного. В первом случае основу карты образуют неотектонические формы, выявленные путем анализа морфологии рельефа, которым без достаточных на то оснований придается тектонический смысл. Это, в свою очередь, существенно затушевывает наши представления об истинной неотектонической структуре. Во втором случае элементы новейшей структуры выделяются при анализе характерных форм рельефа, молодых разломов и контролируемых ими структурных элементов (грабенов, горстов, блаттов и т.п.) с привлечением данных о кайнозойских осадочных формациях, заполняющих отрицатель-

ные структуры. При этом принимается, что разница в высотах рельефа есть результат вертикальных (радиальных) движений земной коры. Такие карты действительно отвечают своему названию и отражают суть неотектонических процессов. Основные методические трудности при их составлении заключаются в выборе «нуля отсчета»; он тесно связан с положением уровня мирового океана на соответствующий период времени. В связи со слабым обоснованием положения «нуля отсчета» вопрос этот еще дискутируется. И в каждом регионе положение нуля оценивается по конкретной геолого-исторической обстановке.

Другая методическая трудность заключается в способе отражения амплитуд горизонтальных движений крупных участков земной коры — относительно новый момент для неотектонических карт. В лучшем случае ранее о наличии горизонтальных движений можно было судить по присутствию надвигов или сдвигов, но они редко выделялись из общей группы разломов.

Неотектонические карты, базирующиеся на структурных и геоморфологических принципах построения, должны также содержать ряд других характеристик разной геологической значимости. Среди них: формационные (выполнение впадин), магматические (вулканические аппараты и ареалы распространения кайнозойских излияний), структурные (разломы, сейсмодислокации), геофизические (ступени гравитационных аномалий, тепловой поток, мощность коры, сейсмические параметры) и др. Многое зависит от автора-составителя и выбираемых способов использования и интерпретации данных неотектоники.

Для пояснения сказанного и более наглядной аргументации излагаемых ниже принципов нами выбраны примеры карт неотектоники, составленных для районов, наиболее активных в кайнозое. Прежде всего к ним относятся континентальные рифтовые зоны, с которых мы и начнем анализ.

Карта неотектоники Байкальской рифтовой зоны, составленная А. Ф. Грачевым (1977), построена на базе структурного принципа. Изолинии показывают амплитуды движений, отсчитанные от предполагаемой исходной высоты мел-палеогеновой поверхности выравнивания над современным уровнем моря, равной 800—1400 м. Эта карта позволяет провести анализ динамики развития Байкальской рифтовой зоны в кайнозое, но не дает возможности оценить одну из характерных черт рифтовых зон — растяжение, а соответственно и горизонтальное движение земной коры. Наличие растяжения в земной коре рифтовых зон фиксируется как геологическими, так и геофизическими методами. Несмотря на то, что упомянутым автором показана ориен-

тировка главных растягивающих напряжений в очагах землетрясений, задача так и осталась полностью нерешенной. Следует учитывать, что зоны преобладающего горизонтального перемещения масс тяготеют к сдвигам и сбросо-сдвигам, благодаря которым и становится возможным возникновение рифтогенных структур. Наличие зон и участков земной коры, вовлеченных в горизонтальное движение, является основной отличительной чертой рифтового режима, а на карте А. Ф. Грачева она не нашла достойного отображения.

По структурному принципу построена карта новейшей тектоники Восточно-Африканской рифтовой зоны (Милановский, 1976, рис. 5). Амплитуды вертикальных движений на ней дифференцированы: показаны суммарные позднемиоценовые и предмиоценовые перемещения. О наличии растягивающих горизонтальных движений коры можно судить по положению на карте зон глубоких трещин растяжения. Карта неотектоники Восточно-Африканской рифтовой зоны более информативна для анализа динамики ее развития. Однако и на этой карте характер неотектонических движений в достаточной мере не раскрыт.

Примером карты, построенной на структурно-геоморфологических критериях, является схема проявления новейших тектонических движений Западного Саяна за неоген-четвертичный период (Зятькова, 1973, рис. 44). Изобазы показывают районы относительных поднятий и опусканий. За исходную («нулевую») высоту при вычислении амплитуды неоген-четвертичных деформаций была принята отметка 500 м. По геоморфологическим и формационным признакам на карте показаны районы аккумуляции третичных и четвертичных отложений, нередко испытывавшие поднятие от 1000 до 1500 и 1500—2000 м. Иными словами, нередко районы аккумуляции отложений окружены территориями с аналогичной тенденцией вертикальных неоген-четвертичных движений, и из чтения карты природа аккумуляции осадков в таких местах неясна. Только с привлечением дополнительной карты проявления неотектонических движений вносится ясность в этот вопрос.

Примером неотектонической карты, составленной по геоморфологическим критериям, является схема новейшей тектоники низовьев рек Лены и Оленека (Лунгерсгаузен, 1961). На схеме показаны геоморфологические элементы (зоны дельт, древние и молодые долины, стабильные и нестабильные области, выделяемые по осадочным формациям, зоны и оси поднятий, с неясным критерием выделения). Такая карта не отвечает данному ей названию и является примером того, как собственно геоморфологические элементы не совсем правомерно используются

в качестве основы для составления неотектонических карт.

Карта новейшей тектоники СССР (Николаев, 1962 и др.) построена по принципу выделения новейших структур, выявленных по направленности и интенсивности новейших вертикальных тектонических движений и характеризующихся определенными размерами, геофизическими полями, выражением в рельефе и т.д. На карте отчетливо выделяются геоструктурные области, отличающиеся по направленности и интенсивности новейших движений. Гаммы оттенков и изобазы выражают величины поднятий и опусканий земной коры за неоген-четвертичное время. При неотектоническом районировании на карте хорошо выделяются материковые платформы, области горообразования, геосинклинальные и другие крупные тектонические элементы или типы структур, в обособлении и формировании которых существенную роль сыграли вертикальные движения коры. Рифтовые зоны, например, или области, примыкающие к очень крупным и длительно живущим сдвиговым зонам (подобно Талассо-Ферганской), не находят отражения на этой карте.

2. Современные проблемы геотектоники и их выражение на картах новейшей тектоники

С конца 60—х годов нашего столетия в развитии геотектоники в связи с поступлением новых фактов началось переоценивание значительного багажа прежних сведений. Наступило «новое рождение» гипотезы о развитии земной коры путем расширения океанического дна и перемещения континентов. Основные положения новой концепции суммированы К. Ле Пишоном, Ж. Франшто и Ж. Боннин (1977). Не со всеми из них можно легко согласиться. И тем не менее, с позиций новой теории в настоящее время уточняются представления об основных процессах развития земной коры: осадконакоплении, магматизме, метаморфизме, эволюции геосинклиналей, подвижных зон и орогенных поясов и др. Эти веяния в геотектонике родились не на «пустом месте». Справедливо считается, что толчок к их возрождению дали исследования дна мирового океана и, в частности рифтовых зон. При этом не надо забывать и хорошо известные факты, описывающие горизонтальные смещения отдельных «внутриконтинентальных» блоков. Имеются в виду шарьяжные зоны Альп, крупные сдвиги типа Грейт-Глен или Талассо-Ферганского, зоны растяжения Восточно-Африканской, Байкальской и других континентальных рифтовых зон, наконец, Гиссарской зоны скупивания и др. В частности, горизонтальные смещения крупных блоков коры, происходящие вдоль континентальных

трансформных разломов, известны для Африки (Казьмин, 1978). Прибайкалья (Шерман, Леви, 1977), Дальнего Востока («Главные системы...», 1977) и др. Иными словами, горизонтальные крупноамплитудные смещения значительных масс земной коры зафиксированы для неотектонического этапа и должны отражаться на неотектонических картах.

А не отражались ли они ранее? Можно привести большое количество примеров геологических, тектонических и неотектонических карт, где такая проблема ставилась и в первом приближении решалась. Достаточно назвать несколько фундаментальных геологических исследований последних десятилетий («Разломы и горизонтальные движения...», 1963; 1977а,б; «Тектоника литосферных плит», 1976 и др.; «Океанология», 1979), чтобы убедиться в многочисленных стремлениях авторов выразить горизонтальные движения коры на тектонической карте. Чаще всего эти движения отображаются стрелками у разломов-сдвигов или у отдельных блоков. На их основании можно уверенно предполагать наличие горизонтальных подвижек вдоль блоков или смещении самих блоков (в случае блаттов). Но какие бы стрелки ни были показаны, они отражают локальные участки карты и никак не характеризуют территорию в целом. Попытку выделить горизонтальные движения на схеме Донбасса сделал Г. Я. Голиздра (1978). Его схема отражает прежде всего проявления горизонтальных напряжений в отдельных блоках, и из нее неясно, как эти напряжения реализуются в конкретных геологических структурах.

Весь имеющийся материал с большой убедительностью свидетельствует о необходимости отображения на тектонических картах областей и районов с горизонтальными перемещениями. Однако при этом нельзя терять и не фиксировать на карте уже известные (опирающиеся на хорошо разработанные методические приемы) данные о вертикальных движениях коры. Следовательно, преследуя цель составления собственно неотектонической карты на современном уровне наших знаний, мы сталкиваемся с трудностью отражения в легенде двух принципиально разных (и часто накладывающихся друг на друга) типов движения коры. Попытка решить этот вопрос в легенде одной карты, сохраняя принцип единства отражения всех структур и стремясь к минимальной потере информации, сделана при составлении макета легенды неотектонической карты Сибири

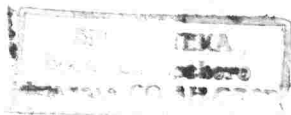
(рис.2) *. Авторы отдают себе полный отчет в том, что методика выделения районов, вовлеченных в горизонтальные движения, еще недостаточно разработана.

3. Принципы составления легенды карты новейшей тектоники

В основу построения карты новейшей тектоники положен динамоструктурный принцип. Это означает, что на карте в равной степени должны быть отражены типы движений коры и формируемые ими структуры. Основой для подобных построений служат геологическая и топографическая карты. Последняя, вместе с анализом мощностей кайнозойских формаций, позволяет оценить неоген-четвертичные движения. В результате комплексного анализа неоген-четвертичных структур на неотектонической карте выделяются области с разными типами и амплитудами неотектонических движений.

По типам и преобладающей направленности неотектонических движений выделяются области с преимущественно вертикальными и преимущественно горизонтальными перемещениями коры. При этом, чтобы не потерять ни одну из составляющих этого сложного комплекса, предусматривается вертикальные движения и их амплитуды показывать изобазами, а горизонтальные — штриховкой. Этот комплекс движений отражается наложением одного вида графических изображений на другой. Для выделения преобладающего типа предусматривается и их цветная окраска: вертикальные движения — фоном, а горизонтальные — штриховкой. Градации амплитуд вертикальных движений отражаются интенсивностью цвета, а горизонтальных — густотой и шириной цветной штриховки. Как известно, амплитуды вертикальных движений в областях кайнозойской активизации существенно зависят от возраста консолидации фундамента. Наклон штриховки указывает на лево- или правосторонний характер движения, а фоновый цвет и некоторые другие знаки (например, формационные) — на поднятия или опускания. Следует подчеркнуть, что шкалы амплитуд и направлений вертикальных и горизонтальных движений составляются независимо друг от друга. Это обеспечивает их взаимное наложение, одновременный показ по площади всех четырех параметров движения (вверх,

* Макет легенды был составлен коллективом лаборатории неотектоники и геоморфологии Института земной коры, обсужден и принят на рабочем совещании редколлегии и авторов-составителей карты в мае 1979 г. (Иркутск). Авторы выражают признательность всем коллегам, принявшим участие в обсуждении легенды и внесшим в нее поправки.



вниз, влево, вправо). Таким образом, описанный комплекс знаков легенды и система их нанесения создадут ту часть нагрузки карты, которая позволит выявить и подчеркнуть динамическую обстановку, а также дать структурную характеристику. Таким способом будет выполнено основное назначение неотектонической карты. На рис. 3 приведен пример построения карты в соответствии с предложенной легендой.

С помощью изобаз могут быть показаны не все неотектонические структурные элементы. Поэтому легенда предусматривает дополнительное выделение особыми знаками неоструктурных форм — поднятий и опусканий, установленных по рисунку изобаз, и второй, не менее важной серии структурных элементов, выявляемых прямым геологическим картированием. К ним относятся разломы различных рангов и морфогенетических групп, вулканические аппараты и другие. Они играют важную роль в анализе новейшей структуры. Эти причины дали основание предусмотреть в легенде карты группу знаков для отображения основных неотектонических структур. Таким образом, в комплексе с первой группой признаков, характеризующих динамическую обстановку, структурные критерии (2-я группа признаков) определяют основной принцип построения карты новейшей тектоники — динамо-структурный.

Очень важным моментом при составлении легенд геологических карт является сохранение в них геолого-исторического аспекта. Как правило, эту сторону анализа развития структур и геологических процессов отражают геологические формации и их ряды. Легенда предусматривает выделение третьей категории признаков — кайнозойских формаций. Среди них предлагается выделять наиболее общие: осадочные, вулканогенные, вулканогенно-осадочные и коры выветривания с указанием их возраста. Перечисленный ряд формаций достаточно полно сможет отразить ход и эволюцию геологических процессов кайнозойской эры геологического развития территории Сибири.

Значительная часть территории юга Сибири является сейсмически активной. Для ее характеристики в легенде карты предлагается использовать только два главных параметра: эпицентры землетрясений с магнитудой $M \geq 4$ и ориентировку напряжений в очагах землетрясений. Последний из названных параметров будет служить одним из критериев выделения областей с разными типами неотектонических движений. Оба параметра вместе со знаком «сейсмодислокации» будут характеризовать районы с наиболее интенсивными неотектоническими процессами, охватывающими геологический интервал времени, по крайней мере, не короче голоцена.

ЛЕГЕНДА КАРТЫ НЕОТЕКТОНИКИ СИБИРИ

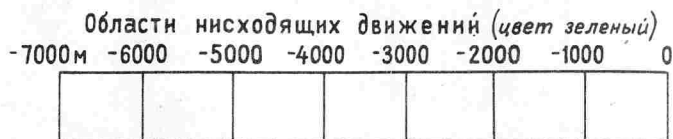
Масштаб 1:2500000

Принята на рабочем совещании
авторов составителей карты и
утверждена редколлегией атласа
тектонических карт
Иркутск, май, 1979 г

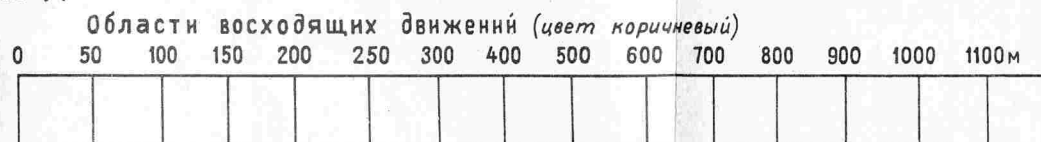
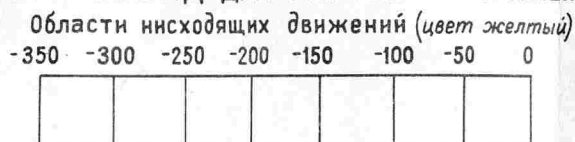
I Области с разными типами и амплитудами неотектонических движений

A. Вертикальные движения

1. Шкала амплитуд для областей с интенсивными движениями

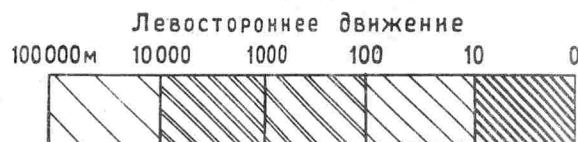


2. Шкала амплитуд для областей с умеренными движениями



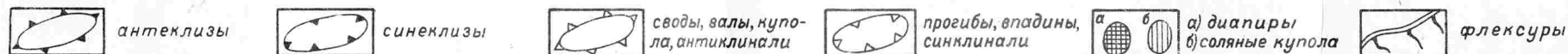
B. Горизонтальные движения

1. Шкалы амплитуд для областей с различным направлением движений



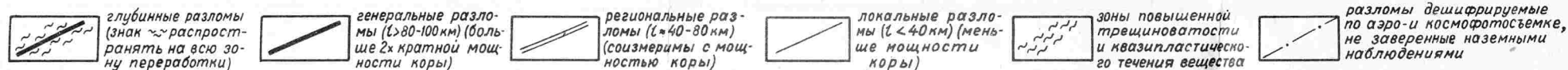
II Неотектонические структуры

A. Пликативные (цвет знака черный)



B. Разрывные (цвет знаков красный)

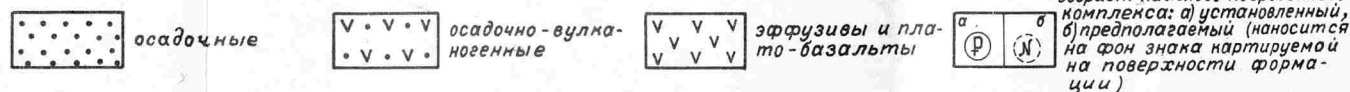
1. Классификация разломов по протяженности и масштабности движений



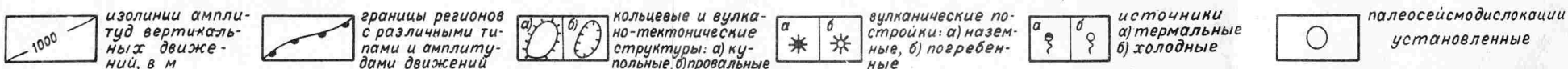
2. Классификация разломов по типам движения (дополнительный значок у основного знака)



III Кайнозойские формации (цвет знаков черный на цветном фоне)



IV Прочие и немасштабные знаки (цвет знаков черный)



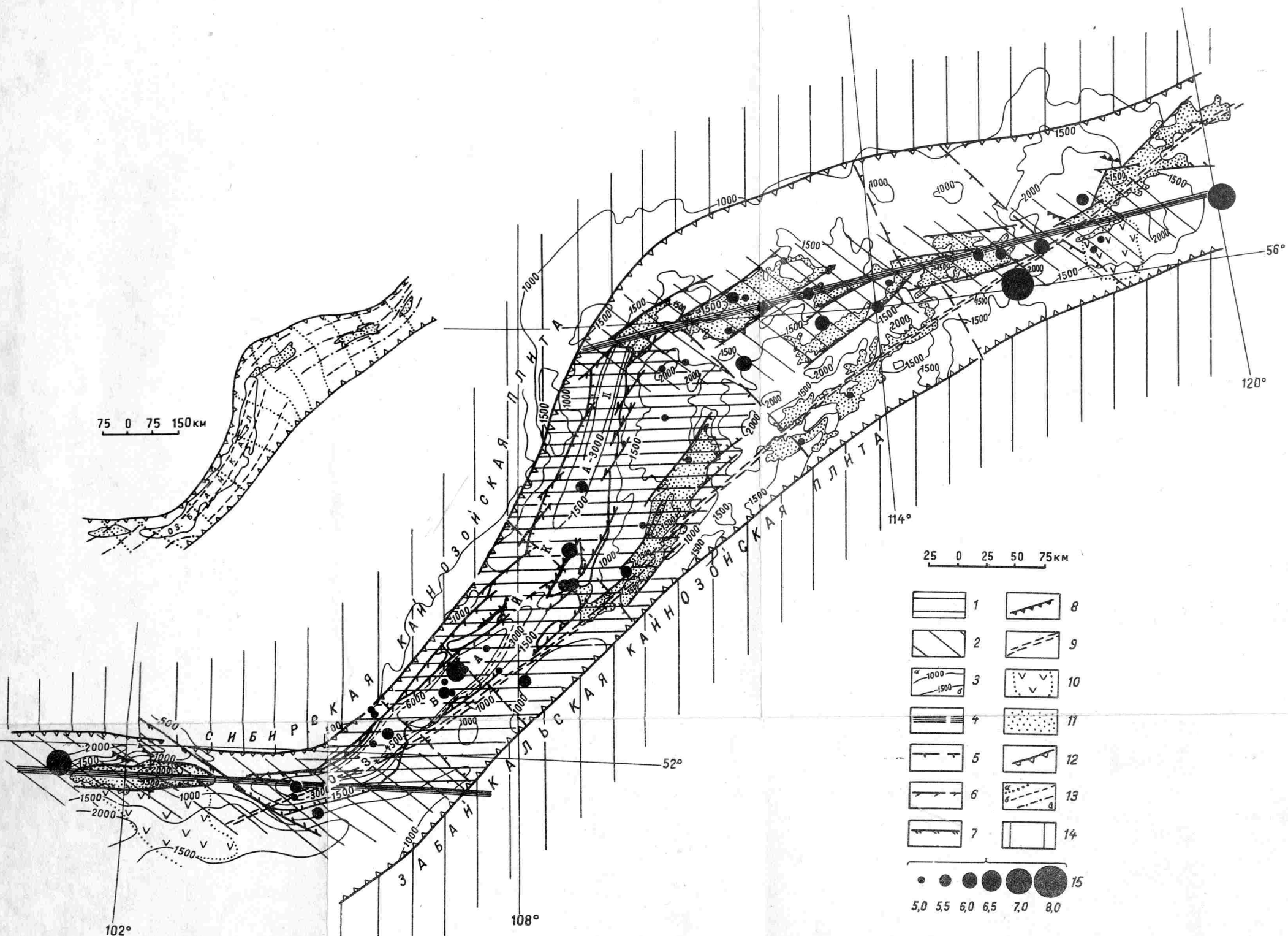


Рис. 3. Карта новейшей тектоники Байкальской рифтовой зоны (Шерман, Леви, 1979)

Преобладающие типы движений коры: 1 — горизонтальные с раздвижным полем напряжений; 2 — горизонтальные со сдвиговым полем напряжений; 3 — вертикальные со сбросовым полем напряжений. Типы крупных разломов кайнозойской активизации: 4 — трансформные; 5 — сбросы; 6 — сдвиг-сбросы; 7 — сдвиг-ворсы; 8 — надвиги; 9 — зоны повышенной трещиноватости, соответствующие зарождающимся разломам; 10 — повышенная магматическая проницаемость коры; 11 — кайнозойские впадины; 12 — граница рифтовой зоны; 13 — направление главных осей нормальных напряжений (а — σ_1 , б — σ_2 , в — σ); 14 — кайнозойские плиты; 15 — эпицентры землетрясений

Общим для всех перечисленных четырех групп знаков легенды является строгое и полное соблюдение принципа ранговости. Иерархия особенно подчеркивается при выделении основных неотектонических структур. Предполагается ее выдерживать, изменяя графическую величину знака, и при выделении других объектов (эпицентров землетрясений с различной магнитудой, антиклиналей, синклиналей, валов, прогибов и т.п.).

Нет необходимости останавливаться на других объектах, включенных в легенду, в той или иной степени отражающих неотектоническую ситуацию. Авторы отдают себе отчет в том, что многие из важных для неотектонической карты вопросов остаются недостаточно решенными. Особенно это относится к количественной оценке амплитуд движений, возрастной индексации разрывов, оконтуриванию районов с принципиально разными типами движения коры, возможному выделению «не учтенных» на данном этапе некоторых неотектонических структур и др. Все это будет решаться при построении карты и ее обсуждении.

На современном этапе наших знаний о развитии земной коры необходимо в наиболее наглядной форме иметь представление о ее неотектоническом режиме и динамике развития, о развитых на ней структурах и накапливающихся формациях. Предлагаемая легенда карты новейшей тектоники учитывает эти требования. Можно надеяться, что построенная на ее основе карта позволит в новом аспекте оценить кайнозойский этап тектонического развития Сибири.

ЛИТЕРАТУРА

К главе I *

Боголепов К. В. Критерии выделения тектонических комплексов и мегакомплексов при составлении «Атласа тектонических карт и опорных профилей Сибири». — В кн.: Главные тектонические комплексы Сибири. Новосибирск, 1979, с. 8—15.

Салищев К. А. Картоведение. — Москва: Изд-во МГУ, 1976. — 438 с.

Тектоническая карта Евразии. М-б 1 : 5 000 000. Ред. А. Л. Яншин. ГУГК, 1966.

Чиков Б. М. Общие черты строения позднегерцинского мегакомплекса Сибири и некоторые вопросы его картографического изображения. — В кн.: Главные тектонические комплексы Сибири. Новосибирск, 1979, с. 139—146.

К главе II

Главные системы разломов Дальнего Востока и их природа /Ю. А. Косыгин, Парфенов Л. М., Врублевский А. А. и др. — В кн.: Разломы земной коры. М.: Наука, 1977, с. 54—65.

Голыздра Г. Я. Геологические проявления горизонтальных напряжений в земной коре Донбасса. — Геологич. журнал, 1978, т. 38, № 2, с. 56—67.

Грачев А. Ф. Рифтовые зоны Земли. — Л.: Недра, 1977. — 247 с.

Зятькова Л. К. Новейшая тектоника Западного Саяна. — Новосибирск: Наука, 1973. — 167 с.

Казьмин В. Г. О ранних стадиях развития трансформных разломов. — Бюл. МОИП. Отд. геол., 1978, т. 53 (6), с. 41—50.

Ле Пишон К., Франшто Ж., Боннин Ж. Тектоника плит. — М.: Мир, 1977. — 286 с.

Милановский Е. Е. Рифтовые зоны континентов. — М.: Недра, 1976. — 278 с.

Николаев Н. И. Неотектоника и ее выражение в структуре и рельефе территории СССР. — М.: Госгеолтехиздат, 1962. — 382 с.

Океанология. Геофизика океана. Геодинамика. — М.: т. 2, 1979. — 416 с.

Разломы и горизонтальные движения земной коры. — М.: Изд-во АН СССР, 1963. — 311 с.

Разломы и горизонтальные движения горных сооружений СССР. — М.: Наука, 1977а. — 186 с.

Разломы и горизонтальные движения платформенных областей СССР. — М.: Наука, 1977б. — 144 с.

Спичарский Т. Н. Обзорные тектонические карты СССР. — Л.: Недра, 1973. — 240 с.

Тектоника литосферных плит. — М.: Наука, 1976. — 147 с.

Шерман С. И., Леви К. Г. Трансформные разломы Байкальской рифтовой зоны. — Докл. АН СССР, 1977, т. 233, № 2, с. 461—464.

Шерман С. И., Леви К. Г. Новая карта неотектоники и полей напряжений Байкальской рифтовой зоны. — Докл. АН СССР, 1979, т. 249, № 2, с. 429—432.

К главе III

Геология нефти и газа Западной Сибири /Конторович А. Э., Нестеров И. И., Салманов Ф. К. и др. — М.: Недра, 1975. — 678 с.