

УДК 551.24

Н. И. НИКОЛАЕВ

КАРТА НОВЕЙШЕЙ ТЕКТониКИ МИРА

Описывается первый опыт составления обзорной карты новейшей тектоники мира. Дается представление о методике составления карты и краткий обзор некоторых теоретических проблем, вытекающих из ее анализа. Уточняются особенности неотектонического этапа развития Земли.

Картографическое обобщение данных по новейшей тектонике имеет большое научное и практическое значение.

В настоящее время карты неотектоники составляются в разных странах. Все они очень различны по содержанию, методам составления, масштабам и полноте охвата всех элементов новейшей тектоники.

Очевидно, выбор принципа изображения, условных знаков, масштаба зависит не только от наличия фактического материала, но и от задач, поставленных перед картой. Чаще всего составляют мелко- и среднемасштабные карты. Среди них различаются: а) региональные, легенды которых всегда приспособлены для картируемой территории и мало пригодны для других регионов, и б) общие — обзорные, легенды которых должны строиться так, чтобы выразить наиболее общие тектонические особенности земной коры, повторяющиеся на любых участках континентов и океанического дна.

На обзорных картах неотектоники выделяются наиболее крупные структурные формы, чаще всего выраженные в рельефе в виде поднятий и впадин. «Мегаформы» рельефа и соответствующие им структурные формы при беглом сравнении оказываются сходными (почему им часто присваивается название морфоструктур). Это указывает, что в формировании мегаформ рельефа основным фактором был тектонический. Однако гипсометрические карты не могут заменить карт неотектоники. Они не отражают истории тектонического развития Новейшего этапа, не показывают истинную морфологию тектонических деформаций, не искаженную экзогенными процессами, не отражают режим тектонических движений, который хорошо читается по карте неотектоники. Да и по времени образования новейшие тектонические структуры нередко оказываются более древними, чем формы рельефа.

Синтез данных по новейшей тектонике крупных территорий на общих (обзорных) картах неотектоники явится методом изучения их тектонического развития в новейший этап и его влияния на все элементы географического ландшафта.

О методике составления обзорной карты неотектоники мира

Лабораторией неотектоники МГУ составлен под редакцией автора первый предварительный макет карты неотектоники мира в масштабе 1:15 000 000. Была предпринята попытка обобщить весь накопленный фактический материал по неотектонике материков и океанов в единой системе условных обозначений.

В составлении карты принимали участие и сотрудники различных научно-исследовательских институтов. Однако главная тяжесть работы и по составлению и по оформлению карты легла на коллектив Лаборатории неотектоники МГУ (И. И. Голубева, Я. Я. Грасис, А. И. Медянцева, А. А. Наймарк, Н. И. Николаев, И. С. Сидоров). Кроме того, при составлении карты были использованы материалы различных учреждений и отдельных специалистов как советских, так и зарубежных.

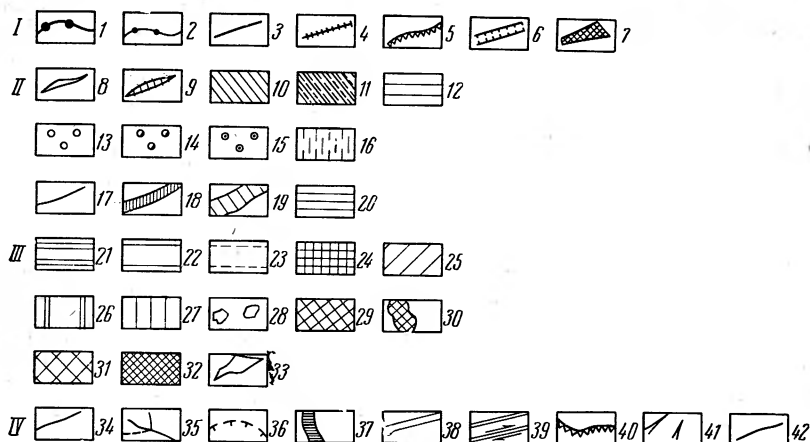


Рис. 1. Условные знаки к карте неотектоники мира.

I. Для континентальных областей: 1 — границы геоструктурных областей; 2 — границы под областей; 3 — разломы различного типа; 4 — зоны разломов; 5 — фронтальные зоны надвигов и тектонических покровов; 6 — грабенообразные рифтовые долины; 7 — прогибы и грабены с неустановленной величиной погружения. **II. Переходные области со смешанным строением земной коры:** 8 — глубоководные желоба некомпенсированные; 9 — то же, компенсированные осадконакоплением; 10 — подводная часть островных дуг I типа; 11 — то же II типа; 12 — участки окраинных морей, соответствующие передовым прогибам и миегосинклиналям; 13 — глубоководные котловины — аккумулятивные равнины, лишенные гранитного слоя (субокеаническое строение земной коры) с малой мощностью рыхлых осадков; 14 — то же с увеличенной мощностью осадков; 15 — то же с невыясненным строением; 16 — глубоководные котловины — аккумулятивные и холмистые равнины с предполагаемым переходным строением земной коры; 17 — край шельфа; 18 — материковый склон местами показан совместно с подножием; 19 — материковое подножие шельфа; 20 — авашельфы. Материковые глыбы значительно опущенные. **III. Океаны, океаническое строение земной коры разных типов:** 21 — равнина (таллосоплени) с мощным аккумулятивным чехлом; 22 — то же с маломощным чехлом и без него; 23 — то же невыясненного строения; 24 — краевые валы; 25 — крупные сводовые поднятия; 26 — океанические хребты; глыбово-горстовые, компенсированные утолщением земной коры; 27 — рифтовые хребты и массивы с материковым строением земной коры; 28 — надводные части хребтов; 29 — главнейшие вулканические хребты и массивы; 30 — надводные части вулканических хребтов и отдельных подводных вулканов; 31 — срединноокеанические хребты с характерным полосовым расположением магнитных аномалий; 32 — осевая зона с дугами и хребтами; 33 — наиболее глубокие рифтовые долины. **IV. Прочие обозначения для океанических областей:** 34 — границы геоструктурных зон и областей; 35 — затопленная гидрографическая сеть на шельфе; 36 — участки предполагаемого субокеанического типа строения земной коры шельфа; 37 — компенсированные прогибы на месте зон сопряжения поднятий с опусканиями; 38 — зоны разломов стрелки указывают на сдвиговые перемещения; 39 — разломы; 40 — фронтальные зоны надвигов и тектонических покровов; 41 — подводные каньоны, намечающие мегатрещины и разломы основания; 42 — андезитовая линия.

При обобщении всех многочисленных данных на карте мира мы столкнулись с очень большими трудностями. Они связаны с неполнотой и неравномерностью исходных данных, которыми мы располагали, и с недостатком объективных данных, не позволяющих однозначно решить вопрос о времени и масштабе новейших движений. Выявился низкий уровень изученности стратиграфии верхнекайнозойских отложений и геоморфологии значительных территорий. Встал ряд методических трудностей. Авторы карты особенно ясно ощущают все ее недостатки, почему и сочли необходимым подчеркнуть в названии, что это «предварительный» макет.

Нами была разработана единая классификация картируемых явлений. Она выражается в легенде (табл. 1, рис. 1), которая представляет

Материки (материковое строение земной коры разных типов)										Переходные области (смешанное строение земной коры)				Океаны (океаническое строение земной коры разных типов)							
Области материковых платформ с проявлением слабых недифференцированных вертикальных и горизонтальных движений, с малыми градиентами, с преобладанием общих поднятий, с равнинными денудационными или аккумулятивным рельефом				Области материковых орогенов с проявлением интенсивных дифференцированных вертикальных и горизонтальных тектонических движений, с большими градиентами скоростей, с расчлененным горным рельефом				Области материковых рифтогенов с проявлением дифференцированных вертикальных и горизонтальных движений различной интенсивности, с повышенными градиентами скоростей, с преобладанием общих поднятий и наличием рифтовых зон опусканий, с признаками горизонтальных перемещений, со смешанным характером рельефа: наклонные равнины, горы, тектонические долины		Области современных геосинклиналей глубоководные желоба, островные дуги и глубоководные впадины внутренних и окраинных морей на разных стадиях развития		Области краевых разломов и континентальных флексур подводная окраина материка в пределах материкового склона материкового подножья		Область океанических платформ (талассократоны) океанические котловины с равнинным или холмистым рельефом и сводовыми поднятиями		Область океанических орогенов (талассорогены) океанические горы различного генезиса и наиболее крупные вулканические хребты и массивы		Области океанических рифтогенов (георифтогенов) срединноокеанические хребты, изостатически пенсированные разуплотнением в мантии, с признаками горизонтальных перемещений			
ступени суммарных новейших деформаций в метрах										зоны современных мио- и эвгеосинклинальных и геосинклинальных поднятий; знаки 8—9 на рис. 1		зоны дробления земной коры, некомпенсированных опусканий и остаточных впадин; знаки 13—16 на рис. 1		знаки 17—20 на рис. 1		знаки 21—25 на рис. 1		знаки 26—30 на рис. 1		знаки 31—32 на рис. 1	
в пределах древних платформ		в пределах молодых платформ		эпиplatformенного типа				эпигеосинклинального типа		наложенные зоны разного возраста складчатости		островные дуги									
в пределах щитов		в пределах плит		в зонах байкальской складчатости		в зонах палеозойской складчатости		в зонах полного орогенного развития		в зонах неполного орогенного развития		зрелые I типа		молодые II типа							
6000	2000	8000	4000	7000	6000	3000	5000	3000	2000	1500	1000	2000	1000	500	0						
5000	1500	7000	3000	6000	5000	2000	4000	4000	3000	1500	1000	1500	800	600	2000						
4000	1000	6000	2000	5000	4000	1500	3000	3000	2000	1000	500	1000	400	400	1000						
3000	800	5000	1000	4000	3000	1000	2000	2000	1500	1000	500	1000	200	200	500						
2000	600	4000	800	3000	2000	800	1500	1500	1000	500	0	1000	0	0	0						
1500	400	3000	600	2000	1500	600	1000	1000	500	300		1000	0	0	0						
1000	300	2000	500	1500	1000	200	500	500	300	0		1000	0	0	0						
500	200	1500	400	1000	800	0	0	0	0			1000	0	0	0						
400	150	1000	300	800	600	0	0	0	0			1000	0	0	0						
300	100	800	200	600	400	0	0	0	0			1000	0	0	0						
200	50	600	100	400	300	0	0	0	0			1000	0	0	0						
100	0	500	0	300	200	0	0	0	0			1000	0	0	0						
50	0	400	0	200	100	0	0	0	0			1000	0	0	0						
0	0	300	0	100	50	0	0	0	0			1000	0	0	0						
-50	-50	200	-50	100	0	0	0	0	0			1000	0	0	0						
-100	-100	150	-100	50	0	0	0	0	0			1000	0	0	0						
-200	-200	100	-200	0	0	0	0	0	0			1000	0	0	0						
-500	-300	50	-500	0	0	0	0	0	0			1000	0	0	0						
-1000	-500	0	-1000	0	0	0	0	0	0			1000	0	0	0						
	-1000	0	-1000	0	0	0	0	0	0			1000	0	0	0						
	-2000	0	-2000	0	0	0	0	0	0			1000	0	0	0						
	-3000	0	-3000	0	0	0	0	0	0			1000	0	0	0						
	-4000	0	-4000	0	0	0	0	0	0			1000	0	0	0						
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			1000	0	0	0						
-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200			1000	0	0	0						
>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200			1000	0	0	0						

Изобаты: 0, 200, 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000, 5500, 6000, 7000, 8000, 9000, 10 000

Прочие обозначения: знаки 34—42 на рис. 1

знак 33 на рис.

Прочие обозначения: знаки 1—7 на рис. 1.

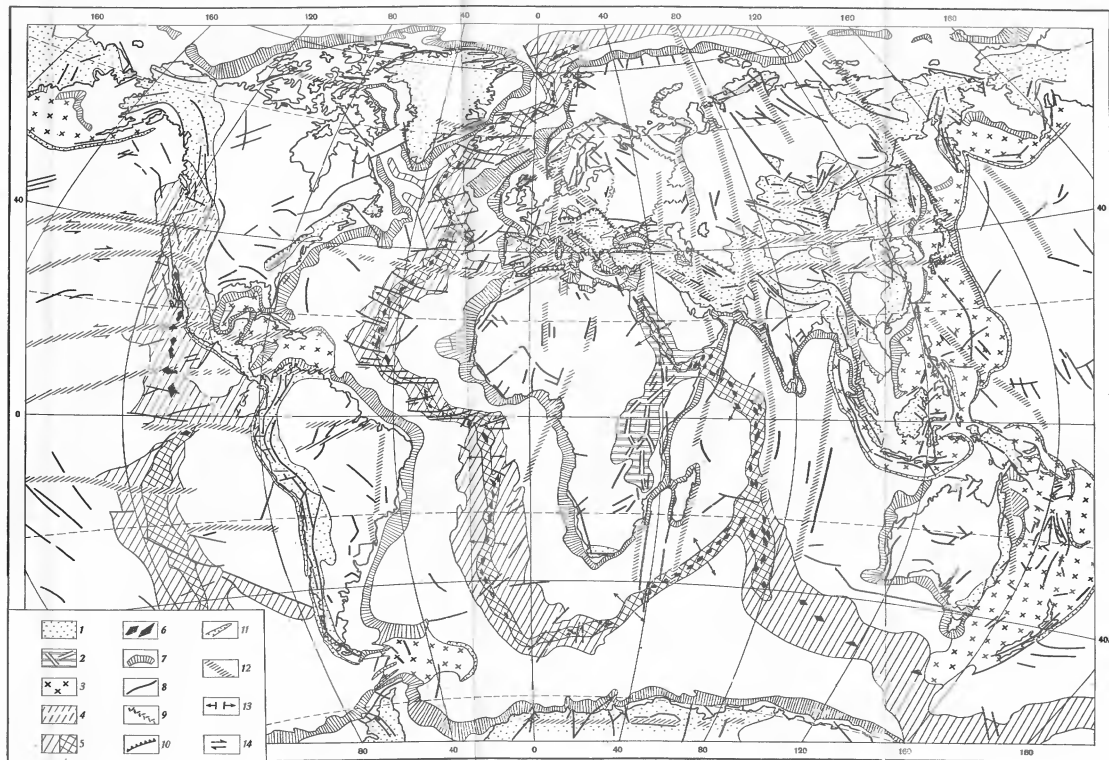


Рис. 4. Схема разломной тектоники:

1 — области интенсивного развития глубинных и коровых разломов, приуроченных к материковым орогенным поясам разного типа; 2 — зоны развития разломной тектоники, приуроченные к материковым рифтогенным областям с появлением крупных рифтовых долин; 3 — зоны проявления интенсивной разломной тектоники, сопровождающейся процессами поднятия и опускания, связанные с современными геодинамическими процессами;

4 — области влияния океанических рифтов на разломную тектонику материковых орогенных поясов; 5 — зоны дробления в пределах срединноокеанических хребтов (а), участки зоны с интенсивным дроблением земной коры (б); 6 — рифтовые долины; 7 — зоны перекосных разломов и флексур материкового склона; 8 — участки повышенной раздробленности и трещиноватости; 9 — участки повышенной раздробленности и трещиноватости с признаками сдвиговых перемещений в фундаменте; 10 — зоны влияния тектонических процессов; 11 — зоны проявления интенсивного растяжения и опускания, выраженные в рельефе в виде желобов; 12 — складчатые разломы глубокого заложения; 13 — предельные и устойчивые участки растяжения земной коры в рифтовых областях; 14 — складчатые деформации.

10 — зоны влияния тектонических процессов; 11 — зоны проявления интенсивного растяжения и опускания, выраженные в рельефе в виде желобов; 12 — складчатые разломы глубокого заложения; 13 — предельные и устойчивые участки растяжения земной коры в рифтовых областях; 14 — складчатые деформации.

дальнейшую разработку рабочего варианта, обсуждавшегося на Международном симпозиуме в конце 1966 г. (Николаев, 1969). Особенностью карты является показ неотектоники не только материков, но и океанического дна по единым принципам.

Составление такой карты позволяет уже сейчас выявить корреляционные связи между геологическими, геофизическими и географическими элементами. Единство подхода в составлении карты неотектоники материков и океанов выражается в однотипном районировании этих территорий (рис. 2).

Для материковых областей были применены два главных метода показа: метод изолиний и метод районирования, с закраской выделяемых областей и поясов принятым для них цветом краски.

Некоторых пояснений требует наша попытка показать неотектонику акваторий. В основу была положена батиметрия и выделение по этим данным морфологических провинций. Границы провинций соответствуют обычно изменениям в строении земной коры, ареалам основных типов донных осадков.

По указанным признакам эти провинции могут рассматриваться как геоморфологические области, характеризующиеся определенным генезисом рельефа океанического дна. По существу они же являются и морфотектоническими провинциями.

Рельеф и геофизическая характеристика морского дна отражают выделяемый нами самый последний, новейший этап тектонического развития (Николаев, 1952). Для разграничения таких морфологических морфоструктурных областей в данном случае мы применяем принципы, принятые для выявления неотектоники материков, именно выражение тектонических процессов и структурных форм в рельефе (Николаев, Шульц, 1961).

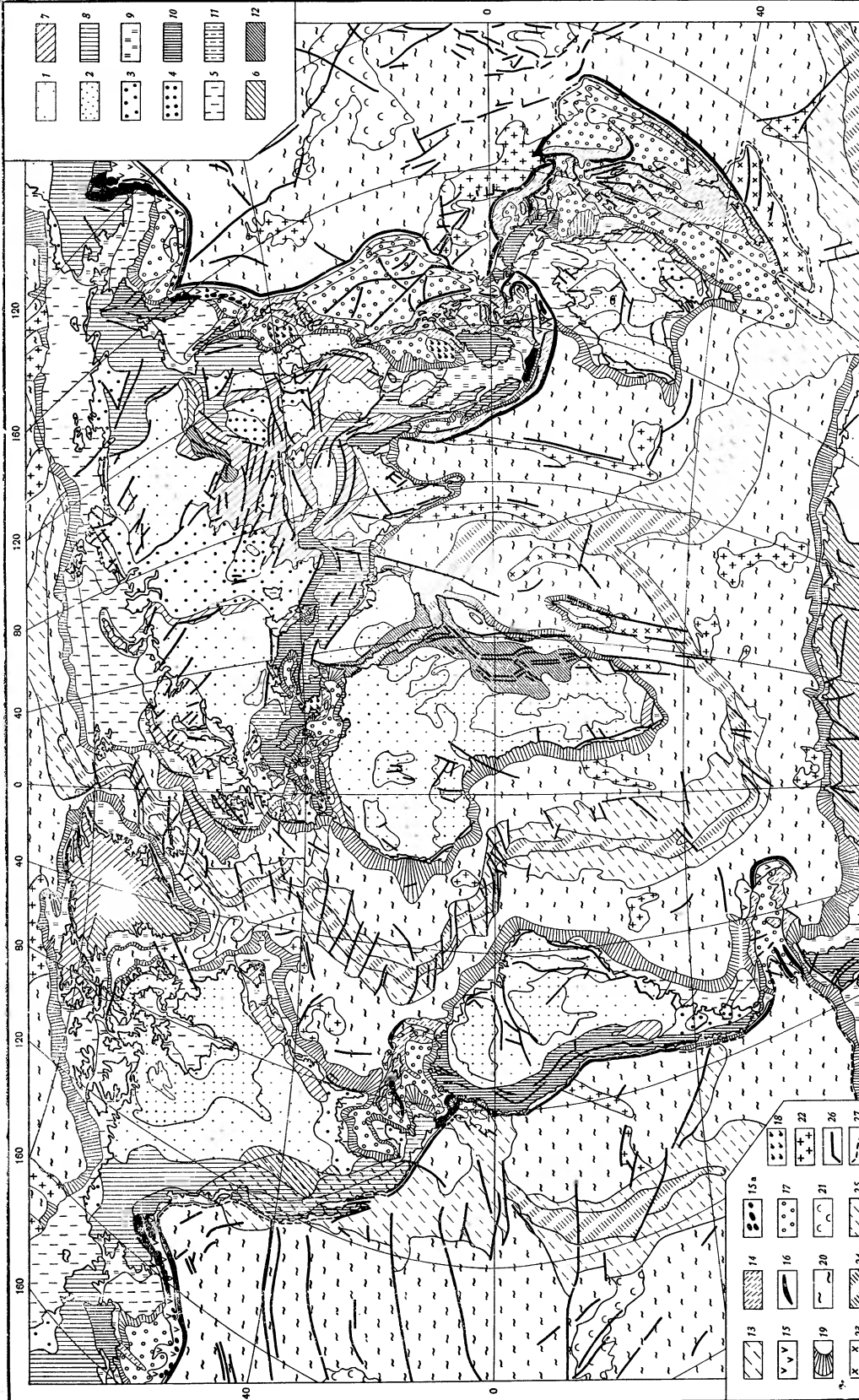
Выделенные указанным путем структуры океанического и морского дна, по сути дела, являются неотектоническими, хотя о начале их развития нам известно очень мало и, возможно, многие из них имеют длительную историю развития (Яншин, 1964). Единство подхода в составлении карты неотектоники материков и океанов осуществляется впервые, хотя на самой карте показ неотектоники океанов дается иными изобразительными средствами, чем на материках.

Шельфовые зоны присоединяются к континентам и показываются погашенными тонами соответствующих материковых геоструктурных областей. Остальная площадь подводных областей — ступенчатой закраской синего цвета, отражающей батиметрию и количественно показывающей степень погружения или относительного поднятия. Выделенные структуры океанического дна нанесены при помощи штрихов и значков. Тем самым достигается объективность показа.

Особенностью составленной нами карты неотектоники мира является прозрачная накладка к ней, на которой по особой легенде показаны эпицентры землетрясений разной магнитуды и разной глубины очага, вулканы, изолинии гляциоизостатических движений, некоторые элементы геофизики. Обобщения некоторых показываемых на карте неотектоники мира данных сведены в мелкомасштабных схемах, которые можно рассматривать как «врезки». Это карты вулканизма, землетрясений, изостатических аномалий, теплового потока и другие.

Классификация тектонических структур неотектонического этапа развития

Необходимо отметить необычайно быстрое накопление новых данных и фактов об океанах за последние 10—15 лет. Однако в связи с неполнотой наших знаний между исследователями существуют крупные разногласия по самым принципиальным вопросам геологических про-



цессов. Одни и те же фактические данные часто истолковываются по-разному, и им придается значение, как правильно указывает В. В. Белоусов (1968), в зависимости от концепции, разделяемой и поддерживаемой тем или иным исследователем. Поэтому, говоря об океанах, мы невольно должны говорить о гипотетических построениях.

В основу классификации структур мы кладем принцип интенсивности, направленности новейших тектонических движений, возраст и особенности основания, вовлеченного в движения. Тем самым мы принимаем во внимание: рельеф, геологическую структуру, возраст основания, геофизическое строение земной коры. Именно по комплексу этих признаков проведено неотектоническое районирование и выделены геоструктурные области. Для разных участков земной коры указанные параметры все более и более уточняются, хотя геологический смысл некоторых из них, например, геофизических полей, далеко не всегда остается ясным. И если для материков толкование этих признаков основывается на анализе историко-геологических данных, то для океанических областей мы должны довольствоваться только отрывочными или косвенными данными.

В основе неотектонического районирования лежит выделение океанов и материков. При анализе неотектонической структуры земного шара в целом нельзя не принимать во внимание предостережение о том, что значительные современные океанические площади возникли в результате опускания континентальных площадей, относящихся к докайнозойским областям складчатости. В этом отношении мы имеем очень много фактов, приводимых различными авторами (Белоусов, 1968; Херасков, 1963; Тектоника Евразии, 1966, и др.).

Вместе с тем для других, также значительных океанических территорий процессы океанизации только постулируются. Поэтому нет необходимости считать, что все океаны образовались из континентов.

Ряд исследователей рассматривают их как остатки первичного океана. Другие считают их молодыми образованиями и связывают с большими горизонтальными перемещениями огромных сегментов земной коры (гипотеза, основанная на допущении конвекционных потоков в мантии).

Горизонтальные движения отдельных блоков земной коры действительно имеют место, но, по-видимому, это движения иного масштаба. Однако снова приходится отметить, что из-за неполноты наших знаний фактам может быть придано разное значение, и мы можем говорить только о построениях в значительной мере гипотетических. Это легко показать на следующем примере. Устанавливается, что возраст островов в Атлантическом океане в зоне срединного хребта увеличивается по мере их удаления от осевой линии хребта. Шесть островов имеют активные вулканы. Большинство островов сложены молодыми породами и только три острова сложены породами древнее 150 млн. лет.

Допуская наличие теплых конвекционных течений в мантии (определяющих активный вулканизм и землетрясения), Вильсон (Wilson, 1966)

Рис. 2. Схема неотектонического районирования мира

- I. Материки.** А. Платформы. В областях древних платформ: 1 — на плитах; 2 — на щитах. В областях молодых платформ: 3 — на плитах; 4 — на щитах; 5 — платформа в пределах шельфов. Б. Эпи-платформенные орогены. В зонах складчатости: 6 — добайкальской; 7 — байкальской и палеозойской; 8 — мезозойской; 9 — в пределах шельфов. Эпигеосинклинальные орогены в зонах развития: 10 — полного, 11 — неполного. В. Рифтогены: 12 — материковые эпиплатформенные; 13 — материковые эпирогенные.
- II. Переходные области.** А. Новейшие геосинклинали. Островные дуги: 14 — первого типа; 15 — второго типа (а — на суше, б — под уровнем моря); 16 — глубоководные желоба. Области дробления земной коры: 17 — глубоководные котловины, 18 — зоны особого интенсивного дробления. Б. Периокеанический пояс дробления: 19 — области краевых разломов и континентальных флексур.
- III. Океаны.** А. Платформы (талассократоны): 20 — океанические плиты; 21 — сводовые поднятия. Б. Орогены: 22 — глыбовые хребты; 23 — реликтовые хребты. В. Рифтогены. Пояса срединно-океанических хребтов: 24 — осевые зоны; 25 — периферические зоны.
- Дополнительные обозначения: 26 — разломы; 27 — андезитовая линия

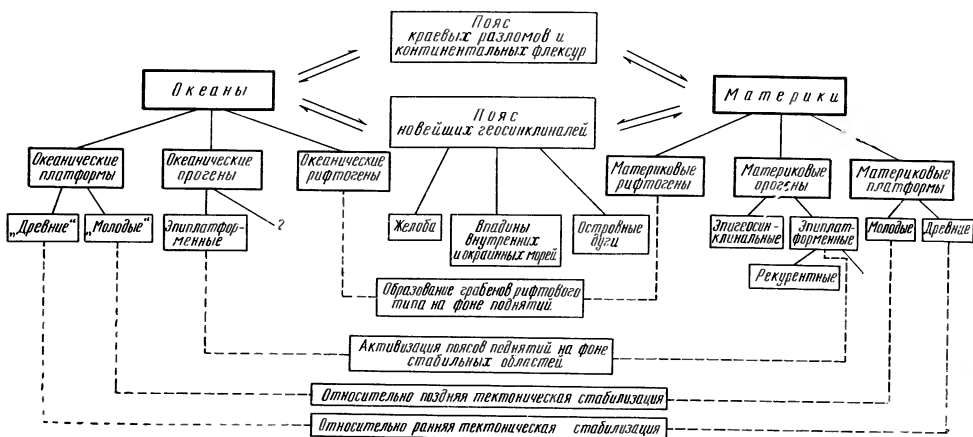
объясняет увеличение возраста островов с расстоянием от хребта гипотезой, согласно которой самые удаленные вулканические острова, первоначально возникшие в срединной зоне хребта, перемещены горизонтальными движениями океанического дна в стороны от него. Таким образом, возраст островов и расстояние от хребта свидетельствуют о скорости перемещений, которые соответствуют скорости конвекционных течений в верхней мантии. Средняя скорость движения определяется в 2 см в год; максимально это движение может достигать 6 см в год.

Полученные скорости согласуются с представлениями о глубинной механике в областях рифтогенеза. В них устанавливается растяжение коры под влиянием двух возможных механизмов: 1) субгоризонтальных течений в астеносфере под действием крупномасштабных поднятий в ее подошве типа штампа и 2) конвекции в мантии Земли. Рассмотревшие эти механизмы С. А. Ушаков и М. С. Красс (1969) допускают активные горизонтальные тектонические движения со скоростями до 10 см в год. Другие авторы совершенно отрицают и указанные механизмы, и вывод о значительных горизонтальных перемещениях земной коры (Белоусов, 1969).

Говоря о материках и океанах как о тектонических структурах первого порядка, необходимо отметить, что у первых преобладает тенденция к поднятиям, у вторых — к опусканиям. Общее же развитие этих тенденций, особенно ярко проявляющихся в неотектонический этап, приводит к увеличению контрастности рельефа земной поверхности. Разделение коры земного шара на океаническую и материковую относится к новейшему этапу тектонического развития. Поэтому любую океаническую площадь нельзя считать первичной поверхностью или какой-то мало измененной корой.

Существует довольно большое количество попыток дать схемы соподчинений главнейших тектонических структур, которые называют по-разному: геотектуры, морфоструктуры, новейшие тектонические структуры. Такие схемы недавно были предложены В. Е. Хаиным, Г. Б. Удинцевым, И. П. Герасимовым и Ю. А. Мещеряковым (в монографии «Рельеф Земли», 1967), О. К. Леонтьевым, А. Е. Криволуцким и др. Эти схемы исходят из очень разных теоретических представлений и поэтому значительно отличаются друг от друга. Нами предлагается новая схема тектонических структур для новейшего этапа развития (табл. 2). В данной статье я смогу обратить внимание только на некоторые особенности построения и содержания предлагаемой классификации.

Таблица 2



1. В существующей литературе (Хаин, 1964; Герасимов и Мещеряков, 1967; Белоусов, 1968; Леонтьев, 1968 и др.) очень по-разному понимается «переходная зона» от материков к океанам. Мы считаем возможным выделить два типа структур: «современные геосинклинальные пояса» и «периокеанический (перикратонный) пояс флексур, разломов и дробления земной коры», соответствующий континентальному склону.

2. В пределах океанов и материков по указанным выше принципам выделяются три типа неотектонических структур (океанических и материковых): платформы, орогенические пояса и пояса рифтогенеза. Каждый из них представляет самостоятельный тип в пределах как материковой, так и океанической коры, характеризующаяся разными геофизическими (рис. 3), геоморфологическими, геологическими и прочими особенностями. Однако одноименные «пары» имеют некоторые общие черты, отмеченные на таблице (табл. 2).

Все это заставляет меня не соглашаться с А. Ф. Грачевым и А. М. Карасиком (1966), считающими, что срединноокеанические хребты (наши области океанического рифтогенеза) и зоны эпиплатформенного горообразования, которые рассматриваются ими как континентальные аналоги первых, не имеют принципиального различия. Мы считаем, что рифтовый тип орогенеза должен быть выделен как самостоятельный и стоять в ряду других структурных элементов этого ранга. Среди других поясов орогенеза его выделяют широко распространенные, наличие рифтовых зон опускания (рифтовые долины — грабены), отсутствие краевых впадин, наложение на различные другие геоструктурные пояса, напряжения, действующие в очагах землетрясений, характеризующиеся горизонтальным сжатием и растяжением соответственно вдоль и перпендикулярно структурам (Николаев, 1969, а; Введенская, 1969). По-видимому, слой со скоростями прохождения сейсмических волн в 7,4—7,8 км/сек, трактуемый как «смесь» вещества коры и мантии, которому некоторые исследователи придают очень большое значение в процессах орогенеза, качественно отличен под срединноокеаническими хребтами и материковыми рифтовыми областями. По словам Р. М. Деменичкой (1967), в океанах — это более разогретая мантия, на материках — более спокойная.

3. В настоящее время среди эпиплатформенных областей горообразования намечается возможность выделить две разновидности (Хаин, 1970). Во-первых, это области эпиплатформенного орогенеза, которым предшествовал типично платформенный режим, продолжавшийся на протяжении не менее чем одного полного тектонического цикла (180 млн. лет). Это «настоящие» эпиплатформенные орогены. Вторая разновидность — области, которым в предшествующей геологической истории отсутствует длительное, с разной степенью интенсивности, проявление процессов орогенеза. Это территории, в постгеосинклинальной истории которых в течение длительного времени проявлялось то более интенсивное, то ослабленное горообразование, чередующееся с довольно длительными межорогенными эпохами стабилизации и выветривания. Для них был предложен термин «рекуррентных» или «возвратных» орогенов (Хаин, 1970). Иногда их называют «сквозными» орогенами. Примером таких областей может быть Байкало-Становая орогенная зона и др.

4. Отдельные структурные формы хорошо выделяются на карте неотектоники и карте районирования, отличаясь разными очертаниями (изомеричные в платформенных областях, линейные в областях орогенеза), разным режимом проявления неотектонических и современных движений, разной мощностью земной коры и ее строением, геофизическими полями и т. д. Подтверждается вывод, что крупные новейшие структурные формы отражают направленность глубинных процессов, протекающих в недрах Земли, а верхней мантии, где зарождаются тектонические движения. На карте видно, что структуры материков не продолжаютс

океан. Структуры континентов переходят на шельф (претерпевают изменения) и обрываются, не переходя в океаны. В этом отражается разная направленность развития глубинных процессов на материках и океанах.

Выявляются только три достаточно ясных случая, когда океанические структуры непосредственно переходят или накладываются на материковую кору. Это, прежде всего, район Аденского залива, куда заходит Срединно-Индийский хребет. Однако данный переход идет как бы на «разных этажах». Погружение срединного хребта под континент можно наблюдать и в восточной части Тихого океана под край Северной Америки в районе Калифорнии и в Северной части Атлантики под остров Шпицберген. Известны и другие случаи, но менее ясно выраженные.

Блоковое строение земной коры

На карте неотектоники мира хорошо выявляется блоковое строение земной коры. Это проявляется прежде всего в разной направленности, контрастности движений; в разных особенностях развития отдельных участков; в разном тектоническом режиме, проявляющемся в пределах блоков, в их разном гипсометрическом положении.

Блоковый характер земной коры не есть результат только позднейкайнозойского развития, а определен всей предшествующей геологической историей. В неотектонический этап наблюдается перестройка ранее сложившихся блоков: активизация старых и образование новых швов. Фактические данные и наши обобщения по этому вопросу можно видеть на специальной карте (рис. 4).

Величина блоков очень различна. Чем крупнее блок, тем ярче проявляются особенности режима его развития. При этом режим слагающих его более мелких блоков подчинен режиму крупных, в состав которых они входят. Области орогенеза, например, в большинстве случаев характеризуются линейностью, выражающейся в чередовании поднятий и линейных опусканий, с преимущественно тектономорфным рельефом. Линейность, как установлено, предопределена близко расположенными глубинными разломами. Поэтому орогенные пояса можно рассматривать как широкие планетарные зоны дробления, живущие и в неотектонический этап (рис. 4).

Аналогичный характер имеют и такие геоструктурные области, как пояса срединноокеанических хребтов, периокеанические пояса флексур и разломов. Это зоны дробления земной коры. Более детальный анализ карты показывает, что различия в неотектонике разных геоструктурных областей определяется глубиной разломов и степенью их проницаемости и активности, частотой заложения, протяженностью и направлением, определяющими размеры блоков, дифференцированностью движений разных блоков, выделением энергии в нижних частях земной коры и верхней мантии.

Масштабы разломов, обрамляющих блоки, очень разнообразны — от мелких трещин до грандиозных планетарного типа линеаментов. Эти же разломы определяют выраженные в рельефе структурные формы, ими определяются контуры различных геоструктурных областей и поясов, создающих крупнейшие морфоструктуры Земли. Рассмотрение карты позволяет прийти к выводу, что блоковое строение земной коры характерно не только для материков, но и для дна океана, что особенно ярко выражено в пределах срединноокеанических хребтов.

Я хочу обратить внимание на одну группу разломов, для которых уже были предложены термины «сверхсквозных» разломов или «суперлинеаментов» (Хаин, 1964). Это разломы, пересекающие различные структурные элементы материков и продолжающиеся в океаны. Примерами та-

ких суперлинеаментов могут явиться широтные разломы северо-восточной части Тихого океана, впервые описанные Г. Меннардом (1966). Разломы пересекают пояс Северо-Американских Кордильер, разделяя его на сегменты, отличающиеся по структуре и истории развития. Другой крупный суперлинеament намечен В. Е. Хаиным вдоль 140° в. д. (рис. 4).

Несколько лет назад нами была установлена подвижная в новейшее время зона на Западно-Сибирской равнине, связанная с разломами в фундаменте типа рифтовых структур, установленных геофизическими методами В. С. Сурковым, О. Г. Жеро и Д. Ф. Уманцевым. Разломы представляют триасовые раздвиги, осложненные сдвигами, унаследованно развивающиеся в неотектоническом этапе. Продолжаясь на север, они переходят на шельфе в живущий разлом желоба св. Анны, и еще севернее — в поперечный разлом хребта Гаккеля. Эта полоса разломов прослеживается и на юг, через Центральный Казахстан в Индо-Памирскую глубинную зону, установленную работами Б. А. Петрушевского (1969), переходя в Чагосский вал (Мальдивский хребет) в Индийском океане. К югу продолжением этой зоны, возможно, является отрезок Срединно-Индийского хребта. Впервые эта линия предположительно была намечена работами Гаккеля, Дибнера и др. (1966).

На указанных примерах можно видеть, что суперлинеаменты, заложившись еще, по-видимому, в протерозое, продолжают жить и в настоящее время. Они имеют различное морфологическое выражение, пересекают различные структурные элементы, имеют различную степень активности, разную глубину заложения (на отдельных отрезках уходя до низов слоя Голицына). Это разломы планетарного масштаба (рис. 4).

Неотектоника и некоторые вопросы геофизики

Неотектоническая перестройка структуры земной коры и более глубоких слоев неизбежно отразилась на характере геофизических полей. Поэтому привлечение данных геофизики и сравнительный анализ неотектонических структур могут дать для этого обширную дополнительную информацию. Геофизические поля определяются современной структурой и современными физическими свойствами материала земной коры и верхней мантии. Вместе с тем, и структура и свойства являются результатом развития Земли в течение не только и даже не столько неотектонического этапа, а всего предшествующего времени. Поэтому выявление в характере геофизических полей особенностей, обязанных своим происхождением именно неотектонике, представляет достаточно сложную задачу.

Во многих работах (Р. М. Деменицкой, Г. Вулларда, Н. А. Беляевского, А. А. Борисова, И. А. Резанова, П. С. Вейцман и др.) рассмотрена связь между толщиной земной коры и высотой рельефа, а значит, и интенсивностью неотектонических движений и интенсивностью аномалий силы тяжести. Закономерности, выведенные отдельными исследователями, в целом совпадают, что позволяет делать разные выводы о значении неотектонических движений для формирования мощностей земной коры.

Так, А. А. Резанов утверждает, что в течение неотектонического этапа произошло лишь незначительное и далеко не повсеместное увеличение мощности коры под хребтами. Фиксируемые под горами «корни» образовались до неотектонического этапа (в палеозое и мезозое), и современный рельеф поверхности Мохо формировался в течение длительного времени (Резанов, 1968). Это утверждение противоречит выводам Р. М. Деменицкой (1961), А. Грачева (1968), В. Г. Рихтера и И. С. Вольвовского (1966) и др. Вместе с тем данные по некоторым районам, недавно

указанные В. Б. Соллогубом, Н. А. Беляевским, Н. П. Косминской и др., а ранее и другими авторами, частично подтверждают это заключение.

Утверждения И. А. Резанова кажутся мне излишне категоричными. Они основываются на материале, в отношении которого не всегда проводился исчерпывающий неотектонический анализ. По-видимому, этот вопрос требует всестороннего анализа для каждого рассматриваемого участка. Вместе с тем накопление некоторых фактов, противоречащих выведенным закономерностям, заставляет вникать в причины этих несоответствий. Их называют несколько.

Одна из указываемых причин сводится к недоучету различий между континентами, океанами и переходными зонами или к объединению разнотипных районов с разными характеристиками геофизических полей, в которых связь интенсивности аномалий с мощностью земной коры оказывается более сложной, нелинейного вида.

Другая причина — это планетарная горизонтальная плотностная неоднородность вещества верхней мантии, охватывающая глубины до сотен километров, выявляемая по флюктуациям орбит искусственных спутников Земли. По результатам этих наблюдений была составлена карта превышения геоида относительно эллипсоида с определенным значением сжатия (Kaula, 1963). На карте выявляются зоны с положительным превышением (две полосы: Атлантика — Европа — Африка и западная часть Тихого океана — Австралия) и зоны с отрицательным превышением (Индийский океан, Тихий океан — Северная Америка). Такие различия объясняются Г. Гайнановым и Е. Карякиным (1967) аномально высокими плотностями вещества верхней мантии в первом случае и аномально низкими — во втором.

С этих позиций представляет интерес анализ неотектоники рассматриваемых зон в сопоставлении с элементами геофизического строения. Такой анализ достаточно подробно выполнен для Европы — зоны со значительными положительными превышениями геоида и высокими плотностями вещества в мантии (Иванов, 1969; Деменицкая, 1967; Nikolaev, 1969 и др.).

Рассмотрение всех данных приводит к выводу о большей активизации процессов в верхней мантии. Генетически и во времени эта активизация для Западной Европы и Северной Атлантики тесно связана с оживлением движений земной коры прилегающих акваторий. Эта территория характеризуется раздроблением земной коры, значительными опусканиями отдельных блоков; контрастными неотектоническими движениями, активной сейсмичностью и глубокофокусными землетрясениями, более тонкой земной корой по сравнению с нормальной (на 20—30%), повышенным значением теплового потока (который некоторыми исследователями рассматривается как наивысший для континентов), проявлениями неоген-четвертичного вулканизма. Раздробление земной коры с дифференцированными блоковыми движениями, свойственными Западной Европе, особенно в зоне перехода континента в моря и океаны, обусловило и значительную изрезанность береговой линии.

Активизация процессов в верхней мантии отмечена и для западной части Тихого океана, которой свойственно превышение геоида и высокие плотности вещества мантии. Возникает вопрос: нельзя ли предположить аналогичное состояние и для третьего максимума превышения геоида в Южной Атлантике?

Нам представляется, что выявление связей между особенностями неотектоники, рельефом, его развитием и элементами геофизического строения и формой Земли заслуживают пристального внимания для всех указанных территорий с аномальными соотношениями между эллипсоидом вращения и геоидом.

Как известно, одним из дискуссионных вопросов неотектоники является вопрос о нижней границе неотектонического этапа.

Высказывалось, например мнение, что нижняя граница неотектонического этапа должна меняться в зависимости от структурных районов (Demengeot, 1965). Некоторые исследователи вообще не придают этому вопросу решающего значения, так как план тектоники четвертичного времени в большинстве случаев совпадает с плиоценовым и даже миоценовым планом. Установлено, что время активизации на разных территориях падает главным образом на поздний олигоцен, неоген — антропогеновое время и проявляется по-разному. Что же дает сравнительная оценка этих данных? Как нами уже было указано ранее (Николаев, 1962), могут быть выделены два сектора: Атлантический и Тихоокеанский. В пределах Атлантического сектора максимальная активность неотектонических движений падает на поздний олигоцен-миоцен, и к антропогену они затухают. В пределах Тихоокеанского сектора максимальная активность движений перемещается на поздний плиоцен-плейстоцен. Устанавливается, что начало активизации повышает свою нижнюю границу в направлении к Тихому океану в зависимости от положения крупных глыб — сегментов земной коры, ограниченных линейными (см. выше), каждая из которых отличается режимом тектонических движений. Помимо этого выделяются две геоструктурные зоны, где нижняя граница неотектонического этапа оказывается стратиграфически более высокой; это эпигеосинклинальные пояса орогенеза и область рифтогенеза; в Восточной Африке, например, по свидетельству Е. Е. Милановского (1969), наиболее интенсивные процессы рифтообразования почти повсеместно происходили в миоцене и особенно в плиоцен-четвертичное время.

В эпигеосинклинальных поясах неотектонические процессы накладываются на закономерно идущий процесс геосинклинального развития. Оба процесса протекают синхронно. Возникает сложная проблема: какие черты тектонического процесса следует связывать с неотектоникой и как разграничить движения геосинклинальные и неотектонические?

О возрасте движений в пределах океанических пространств говорить очень трудно. Известно, что периферии океанов разделяются на два типа: атлантический и тихоокеанский. В случае атлантического типа океанические впадины несогласно наложены на домезозойские тектонические зоны, которые обрезаются краем океана. Считают, что впадины океанов с берегами такого типа начали неравномерно развиваться с мезозоя, и с позднего мела повсеместно уже был океан.

Возраст Срединно-Атлантического хребта определяется не старше палеогена; образование рифтовых долин связывается с миоценом и поздним плиоценом. Такая же датировка предлагается и для Срединно-Индийского хребта (эоцен). Что касается океанических орогенных зон, то, например, для Мальдивского хребта указывают, что в мелу на его месте заложился разлом, в мелу-палеогене были излияния траппов, а сам хребет оформился в миоцене. Геологически очень молодой считается северная часть Атлантики.

В пределах Тихого океана, по распространенному мнению значительно более древнего (протерозой), центральная часть (поднятие Дарвина), по данным Г. Меннарда, более молодая — позднемезозойская. В ее пределах с эоцена формируются гряды вулканических островов (Меннард, 1966). Внешняя периферия Тихого океана, наложенная и очень молодая — неоген-антропогеновая; здесь выявляются очень молодые, большие по масштабам, опускания плиоцен-антропогенового возраста. Характерно широкое развитие вулканизма, связанного с оседаниями по разрывам и движениями блокового характера.

Восточно-Тихоокеанский хребет заложен в палеоген-миоцене, точнее в эоцен-миоцене. Южная его часть миоцен-плиоценовая, а южная часть Тихоокеанского поднятия считается наиболее молодой — с еще не оформившейся рифтовой структурой. Следует отметить, что многочисленные крупные разломы в пределах рифтовых поясов оказываются образованиями еще более молодыми — позднелиоценово — антропогеновыми. Таким образом, можно констатировать очень большую молодость основных структурных элементов океанического дна, выраженных в рельефе: геосинклинальных поясов, периокеанических зон разломов, поясов рифтогенеза и орогенеза. Что касается океанических платформ, то, по определениям вершин гайотов в пределах Тихого океана, его дно испытывает в течение длительного времени неуклонные опускания со скоростями в среднем 1—5 см в 100 лет.

Некоторые выводы

Выше были затронуты только некоторые проблемы, вытекающие из предварительного анализа карты неотектоники мира и материалов, послуживших основанием для ее составления. В заключение остановимся на двух выводах.

1. Проведенный анализ позволяет уточнить особенности выделяемого нами нестектонического этапа развития Земли, главным образом соответствующего неоген-антропогеновому времени.

Эта эпоха отличается резко повышенной интенсивностью тектонической жизни Земли, уменьшением длительности циклов второго порядка, увеличением частоты тектонических фаз. Все это позволяет рассматривать данную эпоху как определенный рубеж между двумя мегациклами, второй из которых только начинается. К сходным выводам ранее пришел В. Е. Хаин (1962).

В неотектонический этап в пределах как материковой, так и океанической коры интенсивно проявлялись глыбовые движения. Обновилась старая и образовалась новая система разрывных нарушений, которые живут и в настоящее время.

В пределах материковой коры преобладали восходящие движения. Погружения хотя и достигали значительных амплитуд, имели очень малую площадь распространения. В это время выявляется интенсивное прогибание океанов одновременно с оформлением и развитием океанических рифтогенных поясов, глыбовых и реликтовых хребтов. Неотектонический этап характерен все увеличивающейся контрастностью рельефа земной поверхности.

За неоген-четвертичное время произошла существенная перестройка структурного плана. Орогенезом были охвачены не только складчатые зоны разного возраста, но и прилегающие древние платформы. Они сократили свои размеры за счет вовлечения их в орогенез. В эпиплатформенных областях орогенеза, ранее испытывавших платформенный режим развития, интенсивно проявились глыбовые движения, создавшие глыбовые, сводово-глыбовые и другие горные сооружения и сопровождавшие их наложенные впадины. Вместе с тем характерно слабое развитие складчатых дислокаций, проявление которых узко ограничено. В этом сказалось направленное развитие земной коры, увеличение ее консолидации и возникновение новых форм тектонических движений и новых типов крупных структур, которые в таком масштабе не возникали в более ранние времена земной истории.

Особенностью неотектонического этапа является наложение океанических структур на материковые, в чем можно видеть качественно новое явление в тектоническом развитии Земли. Особыми тектоническими формами в структурной эволюции земной коры выглядят современные геосинклинальные системы, облик которых определяется сочетанием

островных гряд и глубоководных желобов (геоантиклиналей и геосинклинальных рвов), вытянутых на многие тысячи километров, и сопровождающие их зоны оседаний земной коры в виде крупных наложенных впадин. Такие формы в истории Земли, по мнению М. В. Муратова, Ю. М. Пушаровского, Н. П. Хераскова и А. Л. Яншина (Тектоника Евразии, 1966), не существовали. Их возникновение нужно связывать с последним периодом геосинклинального развития земной коры в полосе раздела материковых и океанических структур. В этом также можно видеть результат необратимого хода тектонического процесса и своеобразия неотектонического этапа развития. Следует заметить, что в пределах как материковой, так и океанической коры в это время широко проявлялись вулканизм и сейсмичность.

Крупные преобразования земной поверхности в неотектонический этап развития, перераспределение областей денудации и аккумуляции, воздымание и погружение значительных участков, перемещение масс вещества в недрах Земли приводили к перестройке глубинного строения земной коры и изменению ее мощностей.

Сочетание всех указанных признаков позволяет говорить о качественно новых особенностях в тектоническом развитии Земли в новейшем этапе и важности составления специальных неотектонических карт.

2. Следующий вывод методический. Составить обзорную карту новейшей тектоники мира или таких крупных территорий, как материки, возможно, только обобщив весь накопленный фактический материал по неотектонике. Это возможно только путем усилий ученых разных стран. Составление международных карт неотектоники будет иметь большое значение для обобщения всех известных данных и синтезу их в единой системе условных обозначений. Для этого необходима разработка единой научной классификации картируемых явлений, уточнение терминологии, выбор средств картографического изображения.

Опыт составления карты неотектоники мира показал, что для ее создания отнюдь не обязательно иметь равноценные и однородные данные. Дальнейшая свodka имеющихся материалов позволит выявить пробелы наших знаний, сформулировать новые задачи региональных исследований, слабые места уже разработанных международных легенд и классификаций; сформулировать дискуссионные проблемы как в методике изучения неотектоники, так и в отображении неотектоники на картах. Сводка имеющихся материалов в рамках отдельных стран позволит организовать специальные международные исследования для разъяснений всех спорных вопросов, особенно в смежных территориях.

Таковы некоторые предварительные выводы, вытекающие из анализа карты неотектоники мира. Составление такой карты открывает широчайшие перспективы дальнейшего углубленного анализа, выводы из которого помогут решению многих важных вопросов геологической теории и практики.

ЛИТЕРАТУРА

- Белоусов В. В. Земная кора и верхняя мантия океанов. М., «Наука», 1968.
Введенская А. В. Исследование напряжений и разрывов в очагах землетрясений при помощи теории дислокации. М., «Наука», 1969.
Гайнанов Г., Корякин Е. Д. Геофизические исследования земной коры Атлантического океана. М., «Недра», 1967.
Герасимов И. П., Мещеряков Ю. А. (ред.). Рельеф Земли (морфоструктура и морфоскульптура). М., «Наука», 1967.
Грачев А. Ф., Карасик А. М. Сравнительный анализ материковых и океанических областей горообразования. Вестн. Ленингр. ун-та. Сер. геол. и геогр., 1966, № 94, вып. 4.
Грачев А. Ф. К вопросу о корнях гор. Вестн. Ленингр. ун-та, 1968, № 12.
Деменицкая Р. М. Основные черты строения коры Земли по геофизическим данным. Гостоптехиздат, 1961.
Деменицкая Р. М. Кора и мантия Земли. «Недра», М., 1967.

- Иванов С. С. Западная Европа — область современной активизации верхней мантии. В сб. «Новейшие движения, вулканизм и землетрясения материков и дна океанов». М., «Наука», 1969.
- Леонтьев О. К. Дно океана. М., «Мысль», 1968.
- Менард Г. У. Геология дна Тихого океана. М., «Мир», 1966.
- Милановский Е. Е. Карта неотектоники Африки. Изв. Высш. учебн. завед. Геология и разведка, 1969, № 5.
- Николаев Н. И. О новом тектоническом этапе развития земной коры. Бюл. МОИП. Отд. геол., 1952, т. 27 (3).
- Николаев Н. И., Шульц С. С. Карта новейшей тектоники СССР (в масштабе 1 : 5 000 000). Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1961, № 4.
- Николаев Н. И. Неотектоника и ее выражение в структуре и рельефе территории СССР. «Недра», 1962.
- Николаев Н. И. О некоторых вопросах изучения новейшей тектоники Тихоокеанского подвижного пояса. В сб.: Новейшие движения, вулканизм и землетрясения материков и дна океанов. М., «Наука», 1969, а.
- Николаев Н. И. О легенде международных карт новейшей тектоники Европы, Мира и составлении атласа неотектонических карт Европы. В сб.: Новейшие движения, вулканизм и землетрясения материков и дна океанов. М., «Наука», 1969, б.
- Петрушевский Б. А. Индо-Памирская глубинная зона и Западно-Деканские землетрясения. Геотектоника, 1969, № 2.
- Резанов И. А. Зависимость мощности земной коры от возраста складчатости новейших движений. Изв. Высш. учебн. завед. Геология и разведка, 1968, № 8.
- Рихтер В. Г., Вольвовский И. С. Неотектоника как показатель аномальных мощностей земной коры. Совет. геология, 1966, № 12.
- Тектоника Евразии. Объяснительная записка к Тектонической карте Европы, м-ба 1 : 5 000 000, Геол. ин-та АН СССР, М., «Наука», 1966.
- Ушаков С. А., Красс М. С. О глубинной механике в областях рифтогенеза. Вестн. МГУ, геол., 1969, № 3.
- Хаин В. Е. Общая геотектоника. М., «Недра», 1964.
- Хаин В. Е. О соотношении древних платформ, плит молодых платформ и так называемых областей заверченной складчатости. Бюл. МОИП, 1970, вып. 2.
- Яншин А. Л. Тектоническая карта Евразии. Междунар. геол. конгр., XXII, сес. М., 1964.
- Demenglot J. Neotectonique de Grand Sasso (Apennin centrale). Rev. geogr. et géol. dynam., 1965, v. VIII.
- Kaula W. N. Tesseral harmonies of the gravitational field and geodetic datum shifts derived from camera observations of satellites. J. Geophys. Res., 1963, v. 68, № 2.
- Nikolaev N. I. The neotectonics of Europe in connection with structures of Earth's crust, volcanicity and earthquakes. VIII Congress INQUA, Paris, 1969, Résumés des communications, Paris, 1969.
- Wilson J. Tuzo. Continental drift. Scient. Amer., 1963, v. 208, № 4.

Геологический факультет Московского
гос. университета им. М. В. Ломоносова

Поступила в редакцию
5.VI.1970

A MAP OF THE MOST RECENT TECTONICS OF THE WORLD

N. I. NIKOLAEV

Summary

Among maps of neotectonics there should be distinguished regional maps and general-survey maps. There is offered (Table 1, Fig. 1) a unique legend of the general survey map of neotectonics of the World and schemes of neotectonic regioning (Fig. 2). A new classification of tectonic structures for the neotectonic stage of development is given (Table 2, Fig. 3). Clod-block structure of the earth's crust finding its reflection in the relief is being proved (Fig. 4). There are revealed new directions of the biggest breaks of the planetary scope — superlineaments. The connection of positive and negative exceeding of geoids in relation to ellipsoid with anomalies in substance thickness of the upper mantle is established. Europe serves as an example that there exist bonds between peculiarities of neotectonics, relief and its development and elements of geophysical structure and shape of the Earth. The problem of lower limit of neotectonic stage is regarded. In conclusion there are pointed out qualitatively new peculiarities in tectonic development of the Earth in the most recent stage and the importance of compiling special international neotectonic survey maps.