

## МОРФОТЕКТОНИКА

УДК 551.248.2.001

### ТРЕТЬЕ ЛИЦО ГЕОТЕКТОНИКИ

*Г. Ф. Уфимцев*

*Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск*

Геотектоника представляет собой сложную науку, состоящую из трех частных направлений, имеющих различные объекты исследований (геологические тела - тектоника; физические поля - глубинная тектоника; рельеф земной поверхности - неотектоника) и формирующих общий предмет - знания о структуре и развитии Земли. Третье лицо тектоники - это неотектоника, изучающая рельеф земной поверхности, корреляционные отложения, а также конформные ей молодые структурные формы с целью выявления структурных форм по геоморфологическим признакам и определения их генезиса и развития. Она формирует наши знания о молодой тектонике приповерхностных частей литосферы, где условия структурообразования специфичны: малая литостатическая нагрузка, свободное полупространство и деформация полей тектонических напряжений. Теоретической основой неотектоники является принцип соответствия рельефа темпам и характеру молодых тектонических процессов. Теория неотектоники, методы ее исследований, опыт региональных и глобальных обобщений позволяют использовать их при оценке тектоники георазделов (поверхностей геоида, Конрада и Мохо, границы ядро-мантия).

**Ключевые слова:** геотектоника, неотектоника, рельеф земной поверхности, новейшая тектоника, тектоника георазделов.

### ТРЕХЛИКАЯ ГЕОТЕКТОНИКА

Три основных способа получения информации определяют полноту наших знаний о структуре и динамике развития Земли как надпорядкового геологического тела. Первый способ - это изучение условий залегания, распространения, мощностей и вещественного состава геологических тел, анализ их деформаций. Это сфера деятельности традиционной тектоники, и сфера приложения ее методов исследования определяется возможностями непосредственного изучения горных пород на земной поверхности и в горных выработках и проникновением в недра с помощью бурения. Сейчас максимальная толщина этой внешней оболочки твердой Земли ограничивается глубиной забоя Кольской сверхглубокой скважины.

Глубинные части Земли изучаются с помощью геофизических методов, и знания, получаемые второй составляющей геотектоники - глубинной тектоникой, - являются результатом геологического истолкования физических полей, продуцируемых веществом и структурой Земли. В этой части тектонических построений мы имеем традиционно геологические цели, но как бы чуждый («негеологический») объект исследования.

Такая же ситуация существует и при тектоническом анализе рельефа земной поверхности, который является главным объектом геоморфологии, но одновременно и сферой интересов особого раздела геотектоники - неотектоники [13, 18].

Если геологическое истолкование физических полей является привычной работой геологов и геофизиков, то специализированный тектонический анализ рельефа земной поверхности может показаться абсурдом. Но уже в первом учебнике геотектоники на русском языке М.М. Тетяев, его автор [12], рассматривал геоморфогенез (рельефообразование) как часть общего процесса геотектогенеза. Действительно, тектонические преобразования земной поверхности сопутствуют формированию геологических тел и их деформациям.

По особенностям объекта исследований геотектоника может быть разделена на три крупных направления, и, говоря образно, можно считать ее трехликой наукой, единство которой обеспечивается сотрудничеством геологов, геофизиков и геоморфологов. Геотектоника имеет сложный (тройственный - геологическая структура, геофизические поля, рельеф земной поверхности) объект исследования и единый предмет - знания о структуре и развитии Земли, формируемые путем изучения этого сложного объекта.

Согласно такому подходу тектонический анализ рельефа или неотектоника является третьим лицом геотектоники, о котором следует рассказать особо.

### ИЗ ИСТОРИИ НЕОТЕКТОНИКИ: ТРИ ПАТРИАРХА

На XVII Международном геологическом конгрессе в СССР (1937 г.) ленинградский геолог и геоморфолог С.С. Шульц в докладе о Тянь-Шане впервые показал, что эти горы, впадины между ними, изгибы и поднятия древней почти-равнины (пенеплена) и надвиги древних пород на кайнозойские отложения впадин являются следствием единого и длительного процесса новейшей тектоники [23]. В этом выводе, а сейчас, после развития неотектонических исследований в нашей стране в течение более полувека, мы это можем оценить в полной мере, заключены в сжатом виде идеи, которые являются отправными точками для разработки теоретических основ третьего лица тектоники - тектонического анализа рельефа. Вслед за работой В.А. Обручева о юных движениях во Внутренней Азии [9], С.С. Шульцем была подчеркнута самостоятельность рельефоформирующих тектонических процессов. Новейшая тектоника проявилась в кайнозойское время в равной мере и в регионах с докембрийским становлением континентальной земной коры, и в областях молодой (альпийской) складчатости. Необходимо подчеркнуть, что С.С. Шульц не определял жестких временных рамок для явлений новейшей тектоники, как это было сделано позже и, по сути своей, сузило цели третьей составляющей тектоники. Неоген-четвертичные рамки т.н. неотектонического этапа справедливы лишь для форм тектонического рельефа уровня структурных зон или меньших размеров. Для континентов и океанов нижний временной рубеж этого этапа опускается до средней юры.

Еще один важный момент в работах С.С. Шульца - это объединение разнообразных явлений молодого тектогенеза под понятием новейшей тектоники. Был ясно выделен предмет тектонического анализа рельефа и предложен удачный термин для его обозначения [23-25].

Другой патриарх третьего лица тектоники - В.А. Обручев. В отчетах о его путешествиях по Азии мы видим указания на следы проявления молодых тектонических движений, и эти наблюдения были суммированы в упомянутой выше статье о юных движениях в древнем темені Азии [9]. В 1948 году была опубликована статья Владимира Афанасьевича, из которой пришло название нового научного направления - неотектоника [10]. В этом же году вышло в свет первое обобщение по новейшей тектонике территории СССР, выполненное третьим пат-

риархом неотектоники - Н.И. Николаевым [6]. Эта работа, ее второе и дополненное издание [7], более поздняя монография [8], а также вышедшая в 1960 г. Карта новейшей тектоники СССР под редакцией Н.И. Николаева и С.С. Шульца [3] оформили в полной мере новое научное направление и вызвали, в особенности в 60-е годы, широкий интерес к изучению молодых тектонических проявлений. Существенный вклад в теорию неотектоники, ее региональные и глобальные обобщения внесли работы Н.А. Флоренсова, В.Е. Хаина и Е.Е. Милановского, В.П. Философова, О.К. Чедия, П.Н. Кропоткина и других исследователей.

Формирование неотектоники как научного направления мы можем с полным правом считать достижением отечественных ученых, но это вовсе не значит, что она - следствие изоляционистских настроений в науке, в 40-е годы насаждавшихся свыше. Напротив, существенное влияние на развитие неотектонических исследований в нашей стране оказали переводы на русский язык работы «Тектоника Азии» [1], сборника «Живая тектоника» и классических геоморфологических трудов В.М. Дэвиса, В. Пенка и Л. Кинга. Но в первую очередь следует говорить о примере Э. Зюсса, с помощью т.н. оротектонического анализа восполнившего недостаток геологических материалов при первом обобщении им планетарной тектоники Земли.

Заглянем же во внутренний мир неотектоники, ее теоретические основания и опирающиеся на них решения и попытаемся выяснить, в чем заключается привлекательность этой науки.

### ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ НЕОТЕКТОНИКИ

Определение научного направления должно указывать его объект, предмет, задачи и цели, методы и средства, используемые в исследованиях. Из этих категорий основными являются объект и предмет, и именно в отношении этих понятий общая теория науки и философия не дают нам, как правило, ясных подсказок. В большинстве философских и энциклопедических словарей - а именно ими в своей работе стремится пользоваться специалист в конкретной отрасли знания - определение понятий об объекте и предмете таковы, что эти термины должны рассматриваться в качестве синонимов. Часто предмет исследования рассматривается как некоторый элемент объекта, подлежащий изучению. Но в таком варианте понятие о предмете исследования лишается смысла, поскольку достаточно конкретизировать объект исследования.

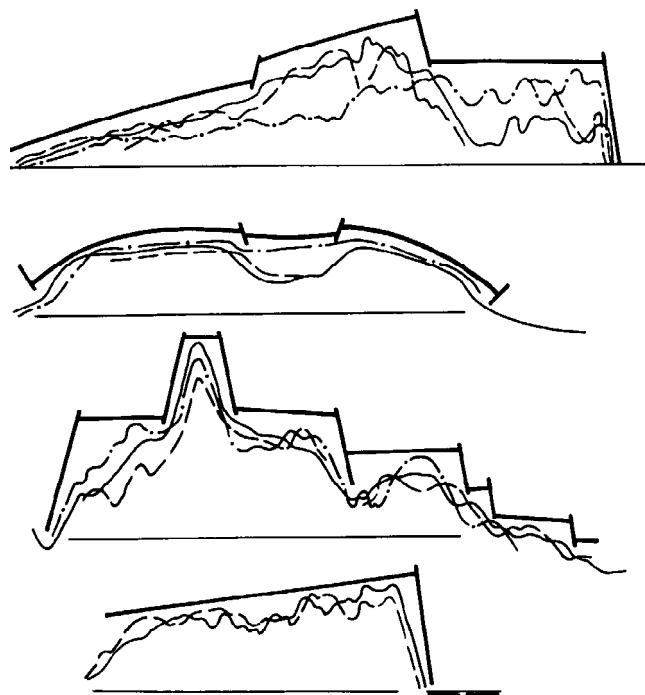
В естественных науках рациональным является различение объекта и предмета исследований следующим образом: объект - это изучаемые реальностью окружающего нас мира, а предмет - наши знания

о них. При таком подходе задачей науки является изучение объекта с целью получения предмета о нем. Методы исследований ясно показывают на объект, если даже предлагаемое определение понятия о нем ошибочно или слишком эмоционально. Такова ситуация в неотектонике. Большинство определений ее говорят, что это наука о неоген-четвертичных тектонических движениях. Однако перечисление методов исследования [7] ясно указывает на рельеф земной поверхности и коррелятные ему отложения как объект исследования, в результате изучения которого появляется возможность реконструкции молодых тектонических процессов.

Продолжая дальше, укажем, что средства науки - язык, способы хранения и обработки информации - напрямую связаны с предметом ее исследований.

Итак, что же представляет собой третье лицо геотектоники? Неотектоника изучает рельеф земной поверхности, коррелятные ему отложения и конформные ему же молодые структурные формы с целью выявления особого рода структурных форм по геоморфологическим признакам и реконструкций создавших их тектонических процессов. И, если третье лицо геотектоники мы называем неотектоникой, то понятием о новейшей тектонике, следуя традиции [25], необходимо обозначить предмет ее исследований: структурные элементы и молодую геодинамику приповерхностных частей литосферы, словом, ту часть тектонической жизни Земли, которая эффективно может быть познана благодаря использованию геоморфологических методов исследования [18]. Земная поверхность со свойственным ей рельефом - это единственная на Земле повсеместно распространенная геологическая граница, лучше всех других откартированная. Это позволяет при неотектонических исследованиях широко использовать так называемые морфометрические (картографические) методы исследования [21], сущность которых заключается в специальных преобразованиях топографических карт и получении моделей рельефа по его свойствам, наиболее информативным в отношении новейшей тектоники. Проиллюстрируем это примерами.

Горы Сибири и Дальнего Востока являются одним из результатов позднекайнозойской тектонической активизации. Это средневысотные образования с широкими междуречьями, что придает горному рельефу характерную массивность или монолитность, так что нередко говорят о сибиретипных горах, внешнее однообразие которых нарушается лишь в районах плейстоценового оледенения, где появляются альпийские ландшафты. Но за этим однообразием, однако, скрываются тектонически различные формы, которые хорошо выявляются при изучении поперечных профилей горных поднятий с использо-



**Рис. 1.** Совмещенные поперечные профили хребтов-поднятий: асимметричного глыбового поднятия Кони (1) в Северном Приохотье, Заганского свода (2) в Западном Забайкалье, Гунгуртуйского ступенчатого глыбового поднятия (3) в Центральном Забайкалье, наклонного Приморского горста (4) на западном крыле Байкальской рифтовой зоны - и их тектоническая интерпретация (жирные линии). Вертикальный масштаб превышает горизонтальный в 10 раз.

ванием среднемасштабных топографических карт (рис. 1).

Байкальская рифтовая зона представляет собой сочетание глубоких впадин (рифтов или рифтовых долин) и горных поднятий, занимающих более половины ее территории. Внимание геологов привлекают впадины, прежде всего Байкальская, где мощности кайнозойских отложений обычно превышают 1,5-2,0 км, а под южной частью Байкала достигают 6 км и более. Изучены они фрагментарно, поскольку для получения полных разрезов необходимо глубокое бурение. Но, даже сделав это, мы будем обладать ограниченной и односторонней информацией, и для создания полной структурной и геодинамической модели рифтовой зоны необходимо изучить и горные поднятия, входящие в ее состав. Построение карт так называемого тектонического рельефа (рельефа с мысленно засыпанными эрозионными формами) позволило выявить два существенных обстоятельства. Во-первых, Байкальская рифтовая зона, в отличие от рифтов Восточной Африки, с которыми она обычно сопоставляется, не обладает билатераль-

ной структурной симметрией (продольная плоскость симметрии), а характеризуется направленной сменой структурных элементов вкост простираения, обнаруживающей тесную связь с формой выступа аномальной мантии, свойственного ее глубинной структуре. Во-вторых, в рифтовой зоне существенна роль поперечных линеаментов. Частные поперечные разломы этих систем хорошо выражены в пластике горного рельефа в обрамлении рифтовых долин, например, на западном побережье Байкала (рис. 2).

Горы Северной Монголии, Забайкалья и юга Восточной Сибири образуют сложно устроенный Монголо-Сибирский возрожденный орогенический пояс, северное крыло которого составляет Байкальская рифтовая зона [14, 15]. Нами была построена с использованием информации, заключенной в топографических картах, цокольная (базисная) поверхность этого горного пояса - поверхность, касательная отметкам русел крупнейших рек и уровней озерных бассейнов (рис. 3). Это поверхность, выше кото-

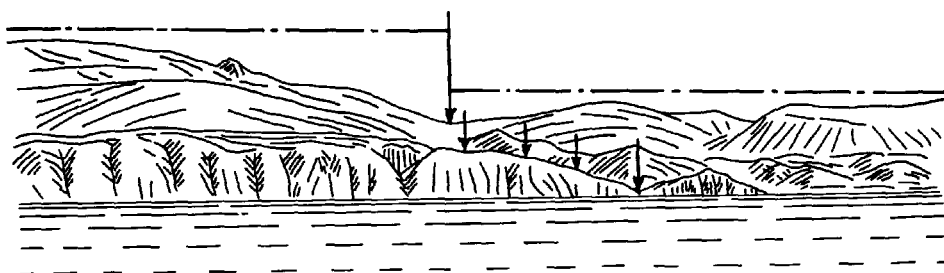


Рис. 2. Поперечный Чанчурский линеамент на западном побережье Байкала (показан стрелками), изменение по нему высоты Приморского хребта.

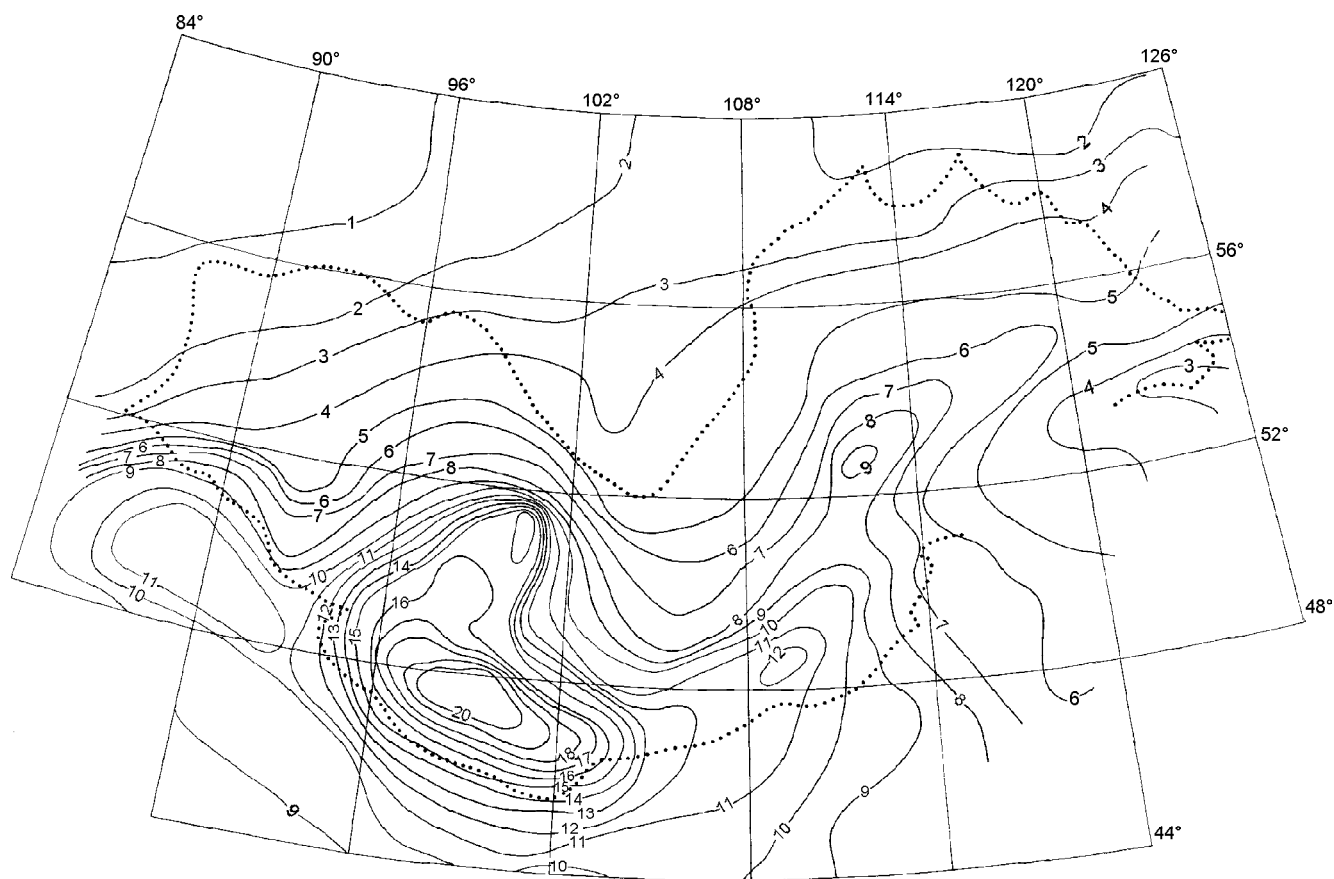


Рис. 3. Цокольная поверхность Монголо-Сибирского орогенического пояса, границы которого показаны точками, свидетельствует о его общем сводообразном изостатическом воздымании. Полоса максимальных высот вдоль меридиана 100° в.д. - "горячая линия" над астеносферным каналом [17], соединяющим подлитосферный астенолит с более глубокими частями мантии [2]. Изолинии оцифрованы в сотнях метров.

рой располагается современный рельеф земной поверхности. Цокольная поверхность горного пояса образует гигантское сводовое вспучивание, на котором закономерно располагаются крупные орогенические формы. Важны два обстоятельства: 1) топография цокольной поверхности удивительно повторяет рисунок изолиний на карте региональных аномалий поля силы тяжести в редукции Буге (но надо обратить внимание на резкое различие в затратах времени и средств для получения этих сопоставимых результатов), 2) рельеф цоколя горного пояса отчетливо связан с формой и мощностями залегающего под горным поясом астенолита - мощной (до 500 км) линзы аномально разогретой и частично расплавленной верхней мантии. Это свидетельствует об общих крупномасштабных изостатических воздыманиях всего Монголо-Сибирского орогенического пояса [14].

Специализированное тектоническое изучение рельефа земной поверхности полезно и в малом. В средней части Байкала располагается Малое Море. Занимаемая им впадина - это рифт на юной стадии развития, когда благодаря совместному действию тектонических движений, денудации и абразии еще разрушается исходный горный рельеф и в днище рифта вырабатывается поверхность ложа будущего осадочного заполнения впадины. На островах и полуостровах Малого Моря мы видим следы тектонической дезинтеграции приповерхностной части литосферы [15]. В рельефе это микрограбены (рис. 4).

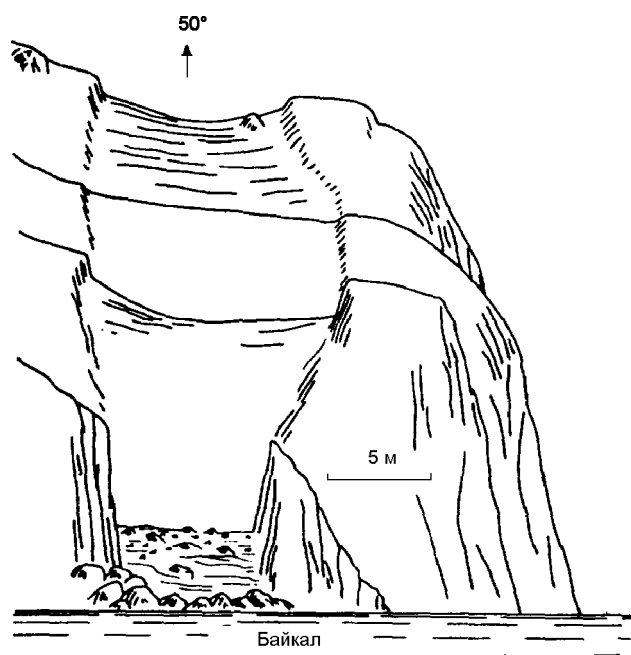


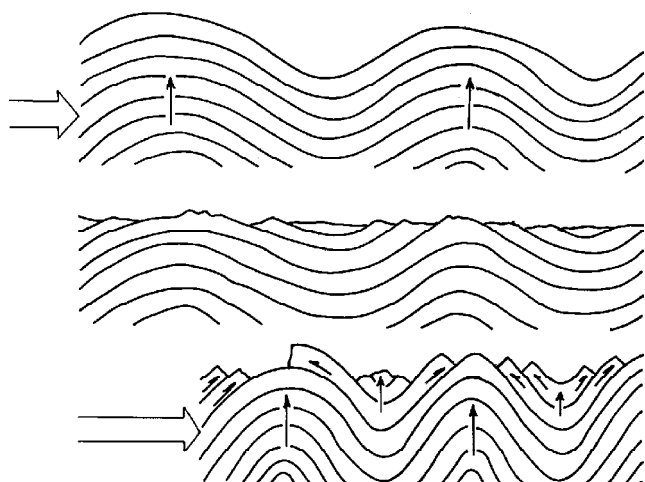
Рис. 4. Зона растяжения в днище Маломорского рифта, выраженная в рельефе в виде микрограбена на восточном берегу острова Замогой.

Они пересекают небольшие склоны и гребни островных и полуостровных массивов и выходят к берегу, где в абразионных нишах обнажаются рыхлые и грубые тектонические брекчии, внешне не отличимые от продуктов выветривания. Это зоны растяжения и дезинтеграции, расщеления, по образному выражению В.В.Ламакина [5], приповерхностных скальных массивов, и они, видимо, являются одним из характерных структурных следствий общего процесса растяжения литосферы (рифтогенеза) в ее приповерхностных частях. И не будь это явление выражено в рельефе в форме своеобразных микрограбенов, оно оказалось бы вне тектонических интерпретаций.

Мы не случайно упоминаем о тектоногенезе в приповерхностных частях литосферы. По-видимому, в изучении этих явлений и заключается главная цель неотектонических обобщений, и именно здесь использование геоморфологических методов исследования определяет значение третьего лица геотектоники в познании структуры и динамики Земли. Тектогенез в приповерхностных частях литосферы обладает следующими особенностями. Отсутствует или невелика литостатическая нагрузка, обусловленная весом вышележащих горных пород. Еще более важен фактор свободного верхнего, а в случаях глубокорасчлененного рельефа - и бокового свободного полупространства, заполненного водой или воздухом. В результате этого вблизи земной поверхности происходят существенные деформации полей тектонических напряжений.

Наличие бокового и верхнего свободного полупространства обуславливает многие особенности приповерхностного тектогенеза, поскольку обеспечивается перемещение деформируемых масс горных пород в свободные объемы. В результате возникают интересные формы и ансамбли структурных форм и свойственного им тектонического рельефа. В крайних зонах альпийских складчатых областей (Веркор, Предбалкан, Макран, Загрос) часто распространен так называемый юрский рельеф (по названию Юрских гор), который характеризуется хорошей выраженностью в виде положительных форм рельефа и антиклинальных и синклинальных складок. Наряду с избирательной эрозией здесь сказался и фактор свободного полупространства, в сторону которого в условиях поперечного горизонтального сжатия антиклинали растут в процессе их изгиба, а ядра синклиналей выжимаются в форме клиновидных блоков (рис. 5) [19].

Тектогенез в приповерхностных частях литосферы образует единство с внешними (экзогенными) процессами морфогенеза. Эндогенные и экзогенные процессы в этом случае при их противоположных тенденциях или «борьбе», как нередко образно выражаются, в действительности образуют неразрыв-



**Рис. 5.** Складкообразование в приповерхностной части литосферы в условиях субгоризонтального поперечного сжатия и его возможные морфологические эффекты.

ное единство и, в общем, помогают друг другу. Нагорья Хангая и Хэнтея в Северной Монголии, Восточный Саян, Становой и Верхоянский хребты Сибири представляют собой сводовые поднятия, которые сформированы благодаря длительным изостатическим воздыманиям блоков литосферы, обладающих дефицитом плотности. В пределах этих нагорий эрозия и денудация уничтожили и удалили более половины объемов, заключенных между вершинной и цокольной поверхностью, тоже обладающей сводовым изгибом. Денудационное облегчение сводов в значительной мере усиливает эффект изостатических воздыманий.

При наличии высоких тектонических уступов быстрые тектонические перемещения обычно сопровождаются гравитационным перемещением глыбового материала на земной поверхности. Этому способствуют два фактора: тектоническая дезинтеграция приповерхностных скальных массивов в широких зонах молодых разломов и периодическое проявление сейсмических ускорений или сейсмической вибрации. В результате совместного проявления перемещений по разломам, скальных оползней и глыбовых обрушений возникают специфические проявления новейшей тектоники, которые можно назвать сбросообвалами [15]. У структуры Шартла на западном берегу Байкала, сформированной геологически мгновенно, объем обрушенного материала составляет около 1 км<sup>3</sup>.

Сочетание эндогенных и экзогенных процессов в тектогенезе приповерхностной части литосферы обладает еще одной общей особенностью: зональное изменение экзогенных процессов под влиянием эндогенных факторов таково, что морфологи-

ческий эффект тектонических процессов оказывается значительно большим в сравнении с их интенсивностью. Например, узкие компенсационные надразломные грабены на сводовых поднятиях дополнительно углубляются благодаря эрозионному врезанию приуроченных к ним крупных рек, и перепад высот на бортах этих форм (долин-грабенов) часто на порядок выше амплитуд перемещений по оформляющим их молодым сбросам.

Взаимосвязь экзогенных и эндогенных факторов тектогенеза приповерхностных частей литосферы позволяет предложить в качестве основного теоретического положения неотектоники принцип соответствия рельефа темпам и характеру молодых эндогенных процессов. Это основная аксиома неотектоники, хорошо проверенная эмпирическим материалом, и на нее мы опираемся, выполняя тектоническую интерпретацию рельефа земной поверхности. Этот принцип обладает значительной прагматичностью, обеспечивая решение как собственных задач неотектоники, так и прикладных задач.

Следует еще упомянуть об одной практически незаменимой роли неотектоники в геотектонических обобщениях: представления о молодой тектонике регионов, практически лишенных покрова кайнозойских отложений, могут быть получены только благодаря специализированному тектоническому анализу рельефа земной поверхности.

Неотектоника, как третье направление геотектоники, вносит весомый вклад в познание структуры и динамики Земли. Она имеет свой собственный объект исследования, а предмет исследования - общий с другими отраслями геотектоники. Главная цель неотектоники - формирование знаний о тектонике приповерхностных частей литосферы и молодой геодинамике, где использование геоморфологических методов исследования наиболее эффективно, или они вообще не могут быть заменены геолого-геофизическими методами. Внося свой вклад в геотектонические обобщения, неотектоника является равноправной составной частью трехликой геотектоники.

#### ПРИКЛАДНАЯ НЕОТЕКТОНИКА

В 50-е годы геоморфология приобрела реноме «бесплатности», во многом благодаря трудам профессора Саратовского университета В.П. Филофова, создавшего морфометрический метод поисков нефтегазоносных тектонических структур [21]; метод, основу которого составляет камеральное преобразование топографических карт и последующая тектоническая интерпретация специализированных моделей рельефа.

Геоморфологические методы поисков нефтегазоносных структур успешно использовались во мно-

гих регионах: Поволжье и Прикаспийская низменность, Туран и Западная Сибирь, и везде малые затраты сочетались с хорошими результатами.

Другое прикладное направление - специализированный анализ рельефа при металлогенических построениях - получило широкое распространение благодаря трудам Ю.Г. Симонова, И.К. Волчанской, Н.Т. Кочневой, Е.Н. Сапожниковой и других. При металлогенических обобщениях геоморфологи способствуют, в частности, поиску так называемых скрытых разломов, очаговых морфоструктур, часто определяющих пространственную локализацию оруденения, оценке величин денудационного среза. Это направление прикладной неотектоники со временем, по-видимому, будет в значительной мере ориентировано на прогноз формы и размеров трехмерных геологических тел по геоморфологическим признакам. При сопоставлении тектонического рельефа континентальной части Дальнего Востока с картами локальных гравитационных аномалий и плотностей горных пород, которые в совокупности дают характеристику формы, размеров и залегания геологических тел верхней части литосферы, было выяснено, что в рельефе выражены в виде положительных

форм геологические тела определенного класса [4]. Они, во-первых, обладают избытком или недостатком плотностей относительно окружения и, во-вторых, имеют вертикальные размеры, превышающие горизонтальные. Обычно нижние кромки аномальных масс залегают в таких случаях на глубинах 10-15 км. Это небольших размеров интрузии позднекладчатых или орогенных гранитоидов, сложные вулcano-тектонические структуры, массивы офиолитов и т.п. В новейшей структуре они выражены в виде горстов, ступенчатых глыбовых поднятий. Их активное или опережающее воздымание обусловлено различными причинами: изостатическим воздыманием легких тел, выжиманием тяжелых тел под влиянием горизонтального сжатия и др. Эти явления имеют общий структурный смысл, который был назван эффектом выталкивания геологических тел: литосфера освобождается от тех элементов ее структуры, которые обладают аномальной плотностью и отклоняются от формы субгоризонтальных пластин - и тем самым нарушают устойчивость ее в поле силы тяжести.

Хребет Джаки-Унахта-Якбыяна в Нижнем Приамурье представляет собой свод, в центральной части осложненный высоким горстом, сложенным «легкими» позднемеловыми гранитоидами. Однако вблизи восточной периклинали свода его осевой горст постепенно понижается и как бы «тонет» в узком компенсационном грабене. Это позволяет по геоморфологическим признакам прогнозировать изменение формы интрузивного массива по его простирацию (рис. 6).

Еще одно направление прикладной неотектоники, пожалуй наиболее сейчас актуальное, - это оценка геоморфологического (неотектонического) риска. Примером может служить предложенный Н.А. Флоренсовым палеосейсмогеологический метод, направленный на поиск и изучение дислокаций земной поверхности, аналогичных современным сейсмодислокациям. Он позволяет существенно усилить фактологическое обоснование степени сейсмической опасности в регионах, где сейсмостатистические данные охватывают небольшие промежутки времени (горы Восточной Сибири и Дальнего Востока, Монголия и др.). Такие палеосейсмодислокации обнаружены во многих районах Байкальской рифтовой зоны [11].

#### НЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ОБОБЩЕНИЯ

Вклад неотектонических обобщений в геотектонику особенно очевиден для познания структуры дна океанов. Существующие тектонические карты, охватывающие одновременно континенты и океаны, в сущности представляют собой двойные модели: они собственно тектонические - для суши и неотекто-

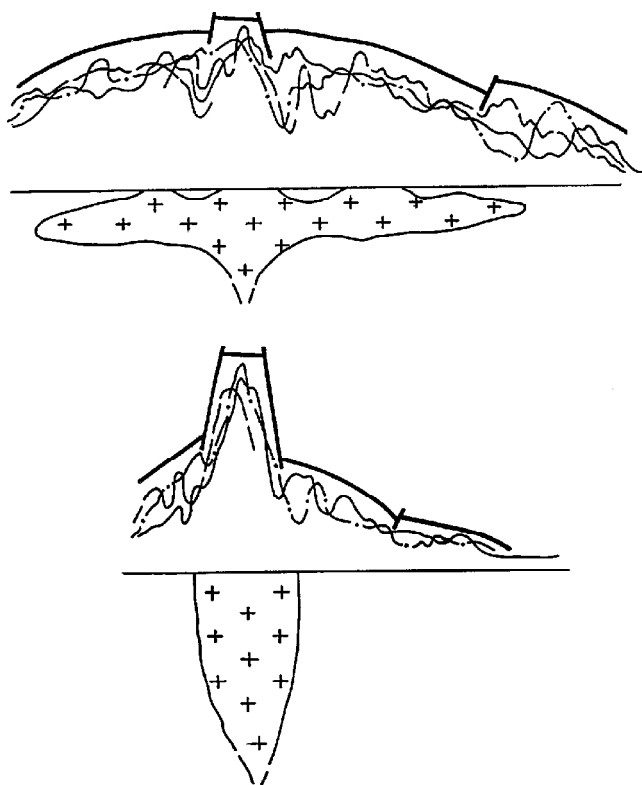


Рис. 6. Совмещенные поперечные профили хребта Джаки-Унахта-Якбыяна (Приамурье) и возможное изменение по простирацию формы позднемеловой гранитоидной интрузии, предполагаемое по геоморфологическим данным.

нические - для акваторий, поскольку в последнем случае основными использованными материалами являются сведения о подводном рельефе. Для дна океанов тектонический анализ рельефа дает основные материалы для познания их структуры и геодинамики, и в этом случае пионерное значение неотектонических обобщений выглядит особенно наглядно.

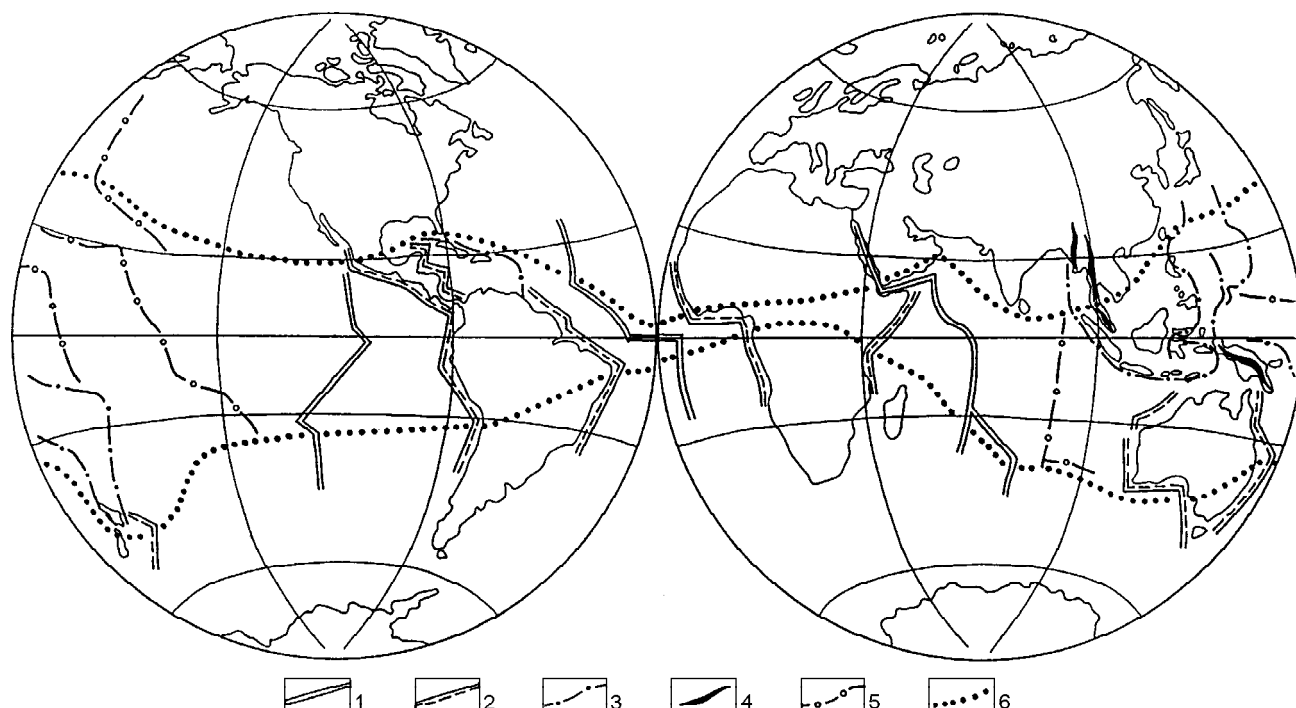
Изучение структуры планетарного рельефа, анализ ее с использованием аппарата учения о симметрии, по-видимому, позволяет выявить многие особенности развития послепангейской Земли - послесреднеюрской, когда произошел раскол единого южного материка.

Структура планетарного рельефа Земли характеризуется, в первую очередь, антисимметрией северного и южного полушарий. Антисимметричны друг другу Арктический океанический бассейн и Антарктида, Лавразийский материковый пояс Северного полушария и Южный океан. Южные материки - фрагменты Гондваны - имеют высокие цокольные поверхности, располагающиеся в пределах платформенных равнин обычно на высоте более 300 м, а в Южной Африке и на высотах более 1000 м. Цокольные поверхности платформенных равнин северного

полушария обычно располагаются на высотах менее 200 м [14].

Еще одна особенность структуры планетарного рельефа - это наличие в экваториальном поясе Земли системы левосторонних ороклинов (изгибов в плане), построенной удивительно симметрично (рис. 7). В нее входят: срединно-океанические хребты (А); вогнутые (Б) и выпуклые (В) углы ограничений гондванских материков, островодужные сооружения (Г) и асейсмичные океанические хребты (Д). Начиная с Восточно-Тихоокеанского поднятия - и на восток, элементы системы выстраиваются следующим образом: АБВ-АБВ-АБВ-ГД. Последняя группа ГД - это островные дуги и асейсмичные хребты Западно-Тихоокеанского региона. Группы этой системы совмещаются между собой через 90 градусов, т.е. их положение описывается осью симметрии 4-го порядка с нарушением (сменой группы АБВ группой ГД) в западной части Тихого океана. Нарушения симметрии планетарного рельефа в Западно-Тихоокеанском регионе происходят по многим параметрам, и случай с системой экваториальных ороклинов лишь хорошо характеризует это явление [14].

Симметрия планетарного рельефа позволяет сделать вывод, что фоновым процессом в тектоносфере послегондванской Земли является ее анизо-



**Рис. 7.** Экваториальная система ороклинов [14]. 1 - срединно-океанические хребты; 2 - выпуклые и вогнутые края континентов; 3 - островодужные сооружения; 4 - молодые горные поднятия; 5 - асейсмичные горные хребты; 6 - границы экваториальной системы ороклинов. Структура пояса описывается антитрансляциями и осью симметрии 4-го порядка с нарушениями симметрии в Западно-Тихоокеанском регионе.



тропное расширение в Южном полушарии и относительное сжатие в Северном. Это определяет деформацию фигуры Земли - ее общую грушевидную форму. Но в последней запечатлены лишь относительно молодые деформации фигуры Земли, еще не компенсированные перераспределением масс благодаря ротационным процессам.

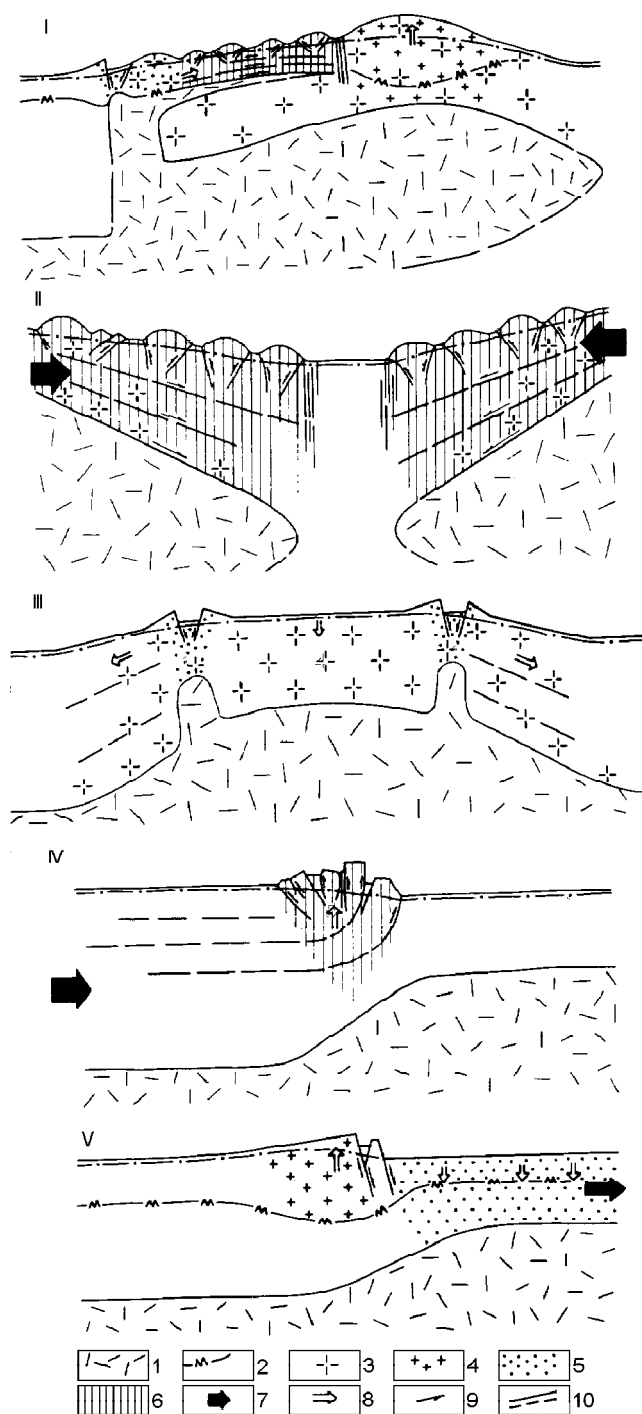
Антисимметрия мегарельефа Северного и Южного полушарий, морфология и высоты цокольных поверхностей материков, другие особенности планетарного рельефа находятся в удивительном соответствии с результатами глобальной сейсмической томографии [22]. Согласно последним, тектоносфера в южном полушарии более насыщена слоями разогретого мантийного вещества. В Западно-Тихоокеанском регионе, судя по тому, что здесь порядок в структуре планетарного рельефа устойчиво нарушается по многим параметрам, происходят главные процессы, преобразующие тектоносферу и лик Земли.

Добротный специализированный анализ рельефа земной поверхности позволяет неотектонике, с одной стороны, вносить в геотектонические обобщения незаменимый вклад и, с другой, использовать в полной мере геолого-геофизические материалы для создания моделей развития как послепангейской Земли в целом, так и отдельных ее регионов. Например, возрожденные орогенетические пояса континентов, их тектонический рельеф и глубинное строение образуют связанные структурные ансамбли (рис. 8), и это позволяет создать фактологически хорошо обеспеченные модели их происхождения и развития.

#### ОТ ТЕКТониКИ РЕЛЬЕФА К ТЕКТониКЕ ГЛУБИННЫХ ГЕОРАЗДЕЛОВ

Опыт неотектонических исследований, их разработанные методы позволяют постепенно переходить от специализированного анализа рельефа земной поверхности к таковому же глубинных геологических границ и рельефа геоида. Первые опыты такого анализа как будто дают обнадеживающие результаты [20], и можно говорить о тектонике рельефа георазделов. Это направление геотектонического анализа структуры и динамики Земли важно, в первую очередь, в двух отношениях: 1) рельеф георазделов (поверхностей Конрада и Мохо, подошвы литосферы или границы ядро-мантия и др.) несет концентрированную информацию о процессах в окружающих геосферах; 2) сами георазделы как сложно устроенные границы разнородных сред определяют многие особенности динамики и структуры их приграничных частей, и пример верхнего ограничения литосферы в этом отношении особенно примечателен [16].

В заключение следует сделать еще одно замечание относительно неотектоники. История ее становления



**Рис. 8.** Модели формирования новейших возрожденных орогенетических поясов монголо-сибирского типа (I), Центральноазиатского горного пояса (II), Восточно-Африканского рифтового пояса (III), горных поясов урал-аппалачского (IV) и восточно-азиатского (V) типов [26]. 1 - астеносфера; 2 - поверхность Мохо; 3-6 - литосфера, в т.ч. прогретая над астенолитами (3), сложенная породами с дефицитом плотностей (4), испытывающая горизонтальное растяжение (5) или сжатие (6); 7-8 - направления перемещения литосферных плит (7) или литосферных блоков (8); 9 - перемещения по активным разломам; 10 - главные разломы.

и развития как научного направления, как одной из составных частей геотектоники показывает, что неотектоника является наукой животворящей.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (96-05-64773).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Арган Э. Тектоника Азии: Доклад на Брюссельской (XII) сессии МГК в 1922 г. / ОНТИ НКТП СССР, М. -Л., 1935. 192 с.
2. Бугаевский Г.Н. Сейсмологические исследования неоднородностей мантии Земли. Киев: Наук. думка, 1978. 184 с.
3. Карта новейшей тектоники СССР. 1: 5000000. 1959 г. / Гл. ред. Н.И.Николаев и С.С.Шульц. М.: Госгеолтехиздат, 1960.
4. Косыгин Ю.А., Малышев Ю.Ф., Романовский Н.П., Уфимцев Г.Ф. Эффект выталкивания геологических тел по данным гравиметрии плотностных характеристик горных пород (на примере Дальнего Востока) // Докл. АН СССР. 1979. Т. 249, № 5. С. 1176-1180.
5. Ламакин В.В. Неотектоника Байкальской впадины М.: Наука, 1968. 247 с. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 187).
6. Николаев Н.И. Новейшая тектоника СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1949. 296 с. (Тр. Комиссии по изуч. четвертич. периода АН СССР. Т. VIII).
7. Николаев Н.И. Неотектоника и ее выражение в структуре и рельефе территории СССР. М.: Госгеолтехиздат, 1962. 392 с.
8. Николаев Н.И. Неотектоника и геодинамика литосферы. М.: Недра, 1988. 49 с.
9. Обручев В.А. Юные движения в древнем теменн Азии // Природа. 1922. № 8-9. С. 38-46.
10. Обручев В.А. Основные черты кинетики и пластики неотектоники // Изв. АН СССР, сер. геол. 1948. № 5. С. 13-24.
11. Солоненко В.П. Определение эпицентральных зон землетрясений по геологическим признакам // Изв. АН СССР, сер. геол. 1962. № 11. С. 68-74.
12. Тетяев М.М. Основы геотектоники М.-Л.: ОНТИ, 1934. 288 с.
13. Уфимцев Г.Ф. Тектонический анализ рельефа (на примере Востока СССР). Новосибирск: Наука, 1984. 183 с.
14. Уфимцев Г.Ф. Горные пояса континентов и симметрия рельефа Земли. Новосибирск: Наука, 1991. 169 с.
15. Уфимцев Г.Ф. Морфотектоника Байкальской рифтовой зоны. Новосибирск: Наука, 1992. 216 с.
16. Уфимцев Г.Ф. Очерки теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука, 1994. 123 с.
17. Уфимцев Г.Ф. Тектонический рельеф севера Внутренней Азии // География и природ. ресурсы. 1995. № 2. С. 5-18.
18. Уфимцев Г.Ф. Определение неотектоники // Тихоокеан. геология. 1995. Т. 14, № 6. С. 115-117.
19. Уфимцев Г.Ф., Фогт А. Юра, Веркор и Северный Прованс (Диуа и Баронни) как пример морфотектоники внешних цепей альпийских орогенов // Геология и геофизика. 1997. Т. 38, №12. С.1968-1979.
20. Уфимцев Г.Ф. Тектоника георазделов рельеф верхнего ограничения литосферы, геоида и подошвы мантии // Тектоника и геодинамика общие и региональные аспекты. М.: ГЕОС, 1998. Т. II. С. 232-233.
21. Философов В.П. Основы морфометрического метода поисков тектонических структур. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1975. 232 с.
22. Хаин В.Е., Зверев А.Т. Динамика литосферы и сейсмо-томография // Природа. 1991. № 4. С. 32-39.
23. Шульц С.С. О новейшей тектонике Тянь-Шаня: Тр. XVII сессии МГК. М.: ГОНТИ, 1939. Т. 2. С. 629-635.
24. Шульц С.С. Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня // Зап. Всесоюз. Геогр. о-ва, новая сер. М.: ОГИЗ, 1948. Т. 3. 222 с.
25. Шульц С.С. Тектоника земной коры (на основе анализа новейших движений). Л.: Недра, 1979. 272 с.
26. Ufimtsev G.F. The continental rejuvenated mountain belts // Ecografia Fisica e Dinamica Quaternaria. 1994. V.17. P. 87-102.

Поступила в редакцию 28 августа 1999 г.

Рекомендована к печати А.А. Врублевским

## The third face of geotectonics

G.F. Ufimtsev

Geotectonics is a complex science involving three directions, each having different investigation targets (geological bodies – tectonics, physical bodies – deep tectonics, earth's surface relief – neotectonics) and forming a common subject – knowledge of the structure and development of the earth. The third face of tectonics is neotectonics dealing with the earth's surface relief, correlative (with respect to it) deposits and also conformable (with respect to it) young structural forms; it is aimed at recognition of structural forms according to geomorphological properties, and definition of their genesis and development. This science formulates our knowledge of young tectonics of the near-surface parts of the lithosphere where conditions for structure formation are specific: small lithostatic load, free semispace and deformation of fields of tectonic stresses. The theoretical base of neotectonics is the principle of accordance of relief to the rate and character of young tectonic processes. The theory of neotectonics, methods of its investigations, experience of regional and global generalizations allow using it when assessing tectonics of its geosections (geoid surfaces, Conrad and Moho discontinuities, and core-mantle boundaries).