

УДК 551.4

В. Е. ХАИ Н

ПЛАНЕТАРНЫЙ РЕЛЬЕФ ЗЕМЛИ КАК ОТРАЖЕНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ТЕКТОНОСФЕРЫ

Выделение особого геоморфологического этапа развития Земли представляется нецелесообразным. Начало геоморфологического развития Земли связывается с началом неогена (1400 млн. лет назад). Намечаются четыре этапа планетарного морфогенеза: позднепротерозойский, палеозойский — раннемезозойский, позднемезозойский — раннепалеогеновый, олигоцен-четвертичный (неотектонический).

Установление около четверти века назад в решающей мере исследованиями советских ученых (В. А. Обручев, Г. Ф. Мирчинк, С. С. Шульц, Н. И. Николаев) того положения, что современный мегарельеф Земли возник в результате проявления новейших, неоген-четвертичных, тектонических движений, явилось фундаментальным для развития геоморфологии и дало мощный толчок развитию неотектоники. Заключение о том, что все основные черты современного рельефа Земли созданы неотектоникой, стало аксиомой, и только в конце шестидесятих годов появились первые сомнения в ее полной правомочности. Сейчас стало очевидно, что этому заключению противоречат по крайней мере две категории фактов. Во-первых, современные контуры континентов и океанов, которые составляют главнейшие элементы рельефа земной поверхности, наметились в основном уже в конце юры — начале мела и оформились в близком к современному виде к началу кайнозоя. Во-вторых, задолго до начала неотектонического этапа, если его приурочивать к границе палеогена и неогена, уже были сформированы прототипы таких мощных горных сооружений, как Кордильеры Северной и Южной Америки, Памир и Каракорум, а также Сихотэ-Алинь и некоторые другие «поздние мезозойды». К этому надо добавить, что образование наиболее высоких и древних поверхностей выравнивания на древних платформах континентов гондванской группы, а также, возможно, на древней Сибирской платформе относится к юре — началу мела (И. П. Герасимов считает возраст древнейших поверхностей выравнивания платформ вообще раннемезозойским), а поверхности кристаллических щитов северного ряда древних платформ представляют собой откопанные предпалеозойские (Канадский щит — Ambrose, 1964) или даже предрифейские (Анабарский массив — Коржуев, 1970) пенеплены.

В связи со сказанным надо признать несомненным и значительным шагом вперед выдвижение И. П. Герасимовым и Ю. А. Мещеряковым (1964) представления о формировании современного рельефа Земли в течение всего мезозоя и кайнозоя, соответственно выделяемого в «геоморфологический этап» развития Земли. Дальнейшая разработка этого представления с выделением в «геоморфологическом этапе» трех стадий произведена в недавней работе И. П. Герасимова (1970).

Однако целесообразность введения понятия «геоморфологический этап», предусматривающего, что развитие рельефа Земли началось лишь в мезозое, вызывает серьезные сомнения. Главной чертой рельефа Земли является разделение ее поверхности на океаническое (Тихий океан) и

материковое (континенты и все остальные океаны) полушария, связанное с образованием впадины Тихого океана. Несмотря на то, что океаническое бурение, проведенное американской экспедицией на судне «Гломар Челленджер», пока не обнаружило в составе осадочного слоя Тихого океана отложений древнее верхнеюрских, геологические данные по западной половине Тихоокеанского подвижного кольца указывают на существование океанической коры в ее внешней части по крайней мере с позднего палеозоя (Богданов, 1969). Само возникновение Тихоокеанского кольца датируется значительно более ранним, позднепротерозойским временем, и к этому времени должна относиться индивидуализация Тихоокеанского сегмента Земли, безотносительно к тому, что именно тогда находилось на месте современного Тихого океана — океаническая впадина или континентальное поднятие.

В позднем же протерозое наметилась и другая важная черта структурного и морфологического плана Земли; распределение устойчивых глыб континентальной коры — платформ и подвижных поясов. Этот план предопределил положение на поверхности Земли материковых и шельфовых равнин, с одной стороны, и зон расчлененного рельефа, включая горные пояса, котловины внутренних морей, а в дальнейшем и океаны с их срединными хребтами — с другой.

Многие горные системы, не относящиеся к разряду альпийских эпигеосинклинальных горных сооружений и возникшие в пределах зон байкальской, каледонской, герцинской, киммерийской складчатости, рассматривались в последние десятилетия как продукт новейшего эпиплатформенного орогенеза. Между тем многие из них никогда не переживали полного выравнивания горного рельефа или во всяком случае неоднократно возрождались в качестве гор еще до эпохи неоген-четвертичной активизации. Как показал опыт сопоставления «Атласа литолого-палеогеографических карт СССР» (1967—1969), это относится в особенности к мощному Байкало-Становому поясу на востоке нашей страны, но также отчасти и к Алтае-Саянской области и даже к классическому эпиплатформенному орогену — Тянь-Шаню, который до неотектонического этапа дважды переживал заметную активизацию — в ранней-средней юре и в начале мела. Складчатые горные системы, которые испытывали неоднократное возрождение, были названы рекуррентными орогенами (Хаин, 1970). Горные системы, длительно сохраняющие свой рельеф после окончания собственно эпигеосинклинального орогенеза, целесообразно именовать постумными орогенами; они обычно окаймляются постумными же передовыми прогибами, вроде Предтаймырского (Хаин, 1964).

Знаменательно, что современные горные системы, возникшие на месте позднепротерозойских, палеозойских и мезозойских складчатых систем, достаточно точно воспроизводят контуры последних. Современные северное и южное окончания Урала близко соответствуют районам вырождения и замыкания Уральской палеозойской геосинклинали и Уральского позднепалеозойского эпигеосинклинального орогена. То же справедливо и для южного окончания Аппалачской системы. Северная граница омоложенных герцинских горных сооружений Западной и Центральной Европы оказалась, по данным бурения и геофизики, довольно близко соответствующей первичной границе средне-европейской палеозойской геосинклинали и порожденной ею горной системы. Подобные примеры могут быть умножены. Напротив, равнинные участки в пределах плит молодых платформ обычно отвечают древним глыбам, консолидированным еще в докембрии. На древних платформах — Южно-Американской, Африканской, Индостанской, вероятно, Антарктической наблюдается знаменательное совпадение зон новейшей тектонической активизации (Восточная Бразилия, Восточная Африка, Восточные Гаты и др.) с зонами позднепротерозойской, байкальской активизации (или

эпигеосинклинального орогенеза). Таким образом, выясняется высокая степень унаследованности новейших движений в пределах геосинклинальных поясов неогена от движений заключительных орогенных этапов развития отдельных их частей.

Итак, следует констатировать, что начало формирования современного рельефа Земли относится к достаточно отдаленному геологическому времени и период его развития охватывает значительный отрезок геологической истории Земли, порядка 1—1,5 млрд. лет. Тем самым выделение особого геоморфологического этапа развития Земли представляется нецелесообразным. Вместе с тем нельзя согласиться и с мнением тех исследователей (например, Кривошук, 1970), которые принимая изначальное существование океанов, считают, что современный план рельефа Земли начал вырабатываться практически с начала ее геологической истории, т. е. с архея (3,5—2,5 млрд. лет). Несомненно, что геоморфогенез всегда сопровождал тектогенез и тем самым проявлялся уже на самых ранних стадиях истории Земли. Однако структурный план раннего докембрия и, следовательно, рисунок рельефа не имел почти ничего общего с современным. В частности, контуры современных континентов и океанов пересекают простирания раннедокембрийских толщ нередко под прямым или близким к прямому углом (Хаин, 1971). Лишь в отдельных случаях, когда наблюдается совпадение простирания раннепротерозойских и позднепротерозойских орогенных поясов, например по юго-западному и южному обрамлению Сибирской платформы от Енисейского кряжа до Станового хребта, можно говорить о непосредственном отражении раннедокембрийского структурного плана в современном рельефе. В известной мере это справедливо и для отдельных участков древних континентальных платформ, где сохранились глыбы, консолидированные уже к началу протерозоя, например Танганьикский, Родезийский, Трансваальский массивы в Южной Африке.

В целом, однако, начало геоморфологического этапа развития Земли следует отнести к началу новой эры ее тектонической эволюции, т. е. к началу неогена или около 1400 млн. лет до н. э. Именно с этого времени намечается современное положение основных элементов рельефа Земли. С тех пор геоморфогенез прошел через ряд последовательных этапов.

Первый этап планетарного геоморфогенеза отвечает позднему протерозою (1400—600 млн. лет). К этому этапу относятся обособление и окончательная консолидация древних платформ, составивших в дальнейшем ядра современных континентов. На этих платформах начала вырабатываться исходная денудационная поверхность — протопенеплен, по С. С. Коржуеву (1970), срезающая породы раннедокембрийского кристаллического фундамента. Эта поверхность в дальнейшем была перекрыта осадками позднепротерозойских или раннепалеозойских трансгрессий, а затем, иногда только на новейшем тектоническом этапе, оказалась откопанной на щитах в результате размыва маломощного здесь осадочного чехла. На Канадском щите, например, этот чехол был сложен отложениями ордовика-девона, на Балтийском щите — кембрия-ордовика, на Алданском щите — кембрия и т. п. В пределах плит протопенеплен образует поверхность раздела между фундаментом и осадочным чехлом, залегающая нередко на глубине многих километров. Местами на этой поверхности обнаруживаются неровности рельефа с амплитудой в первые сотни метров.

Весьма возможно, что образование Тихого океана относится уже к данному этапу геоморфогенеза. На этом же этапе возникли геосинклинальные пояса неогена — сначала меридиональные — Атлантический, Урало-Мозамбикский, Западно- и Восточно-Тихоокеанские (около 1400—1300 млн. лет), затем широтные — Средиземноморский, Арктический и Южный (около 1000—800 млн. лет) и тем самым наметились основные черты современного структурного плана Земли. В конце рас-

смаатриваемого этапа в пределах ряда поясов образовались байкальские складчатые горные сооружения, которые в обновленном новейшими движениями виде существуют в современном рельефе (Тиман, Енисейский кряж, Байкало-Патомское нагорье в Евразии, Хоггар в Африке, хребты Флиндера и Лопти в Австралии, Трансантарктический хребет в Антарктиде, хребет Аравалли в Индостане и др.).

Второй этап планетарного геоморфогенеза — палеозойский и ранне-мезозойский (600—200 млн. лет) явился прежде всего этапом существования суперконтинента Гондваны, спаянного байкальским тектогенезом юга Атлантического и Урало-Мозамбикского поясов в конце протерозоя — начале палеозоя. На данном этапе Гондвана развивалась как единое целое, причем это развитие закончилось массовыми излияниями плато-базальтов Параны в Южной Америке, Драконовых гор и других районов в Южной Африке, а также в Антарктиде (серия Форар) и на Тасмании. Эти базальты бронируют рельеф на обширных, измеряемых сотнями тысяч и местами более миллиона (Южная Америка) квадратных километров пространствах, где кровля сложенной ими лавовой толщи служит наиболее высокой аккумулятивной поверхностью, исходной для формирования современного рельефа (поверхность пост-Карру в Южной Африке). Аналогичную роль играют более молодые, синхронные уже следующему этапу меловые и раннепалеогеновые траппы Декана на Индостанской платформе и триасовые траппы Тунгусской синеклизы на Сибирской платформе.

В течение этого этапа образовались многочисленные каледонские и герцинские складчатые горные сооружения; в том числе каледониды Северной и Восточной Гренландии и Ньюфаундленда, Британских островов и Скандинавии, Центрального Казахстана и Алтае — Саянской области, Восточной Австралии, герциниды Средней и Юго-Западной Европы и Северо-Западной Африки, Урала, Тянь-Шаня, Алтая, Кунь-Луня, Изинлия, Аппалачей, Восточной Австралии и др. Большая часть этих сооружений благодаря неотектоническому подновлению выражена в современном рельефе.

Во второй половине этапа в результате складчатости, метаморфизма и гранитизации в пределах Северо-Атлантического и Уральского геосинклинальных поясов наряду с суперконтинентом Гондваны в северном полушарии возник суперконтинент Лавразии. При этом Северо-Американская и Европейская платформы были спаяны уже в итоге каледонского тектогенеза, т. е. еще в середине палеозоя, а Европейская и Сибирская — лишь в конце палеозоя, после герцинского тектогенеза.

Третий этап планетарного геоморфогенеза — поздне-мезозойский — раннепалеогеновый (200—35 млн. лет) ознаменовался распадом сначала Гондваны, а затем Лавразии в результате новообразования впадин Атлантического, Индийского, Южного и Арктического океанов (Тихий океан, вероятно, является более древним). Эти впадины возникли на основе рифтовых зон, заложенных вдоль осевых частей Атлантического и Урало-Мозамбикского (южная половина) геосинклинальных поясов, превратившихся в складчатые горные пояса в результате последовательного проявления гренвильского, байкальского, каледонского и герцинского тектогенеза. Из этих океанов по крайней мере Атлантический в своей северной части и, возможно, Индийский представляли лишь возрождение океанов, уже существовавших здесь в позднем протерозое (Индийский океан) и раннем палеозое (Dewey, 1969).

В конце данного этапа геоморфогенеза уже были в основных чертах сформированы многие горные системы, в частности Кордильеры Северной и Южной Америки, зона киммерид Центральной Азии, включающая Гиндукуш, Памир, Каракорум, и Северо-Восточной Азии — Сихотэ-Алинь, западные зоны Камчатки и Корякского нагорья. В Индонезии и

Западной части Средиземноморского пояса осевые зоны будущих альпийских горных сооружений выступили в виде островов.

Четвертый, и последний этап планетарного геоморфогенеза — олигоцен — четвертичный (40—0 млн. лет) или **неотектонический** явился этапом окончательного оформления современного рельефа Земли. Уже к началу этого этапа вполне определились контуры современных континентов и океанов и многих горных систем, в частности Кордильер. Наиболее важные изменения в течение самого этапа связаны со становлением эпигеосинклинальных альпийских складчатопокровных горных сооружений в Европе, Северо-Западной Африке и Южной Азии и в пределах западной части Тихоокеанского кольца, а также с новообразованием эпиплатформенных орогенных поясов, крупнейшими из которых являются Центрально-Азиатский и Восточно-Африканский. К этому же этапу в основном относится образование гигантской мировой системы срединноокеанических хребтов, хотя зарождение этой системы, вероятно, произошло в конце мела. Океаны испытали в течение данного этапа существенное расширение и углубление, а общий размах рельефа Земли заметно возрос благодаря одновременному увеличению высоты континентов. Наконец, в основном именно на данном этапе образовался специфический рельеф переходных зон между континентами и океанами с их системами окраинных морей, островных дуг и глубоководных желобов. Само возникновение многих окраинных (Японское, Охотское, Берингово и др.) и ряда внутренних (Балеарское, Лигурийское, Тирренское, Эгейское, быть может, Карибское) морей также принадлежит этому этапу геоморфогенеза.

Таким образом, огромное, во многом решающее значение неотектонического этапа для формирования современного рельефа Земли не подлежит сомнению; поэтому старую формулу «неотектоникой созданы все основные черты современного рельефа Земли» надо лишь заменить на более точную «неотектоника завершила создание современного рельефа Земли во всех его деталях».

Соответственно следует констатировать, что в неотектонике основными (но не единственными) методами являются геоморфологические, а геологические и прочие — вспомогательными. Однако геохронологический диапазон применения геоморфологических методов охватывает не только неотектонический этап, но распространяется на палеоген и мезозой, поскольку во внутренних районах континентов распространены поверхности выравнивания этого возраста. Но для данного этапа значение геоморфологических методов становится уже подчиненным по отношению к геологическим. Хотя роль донеотектонических этапов быстро убывает от более поздних к более ранним, их относительное значение в создании черт рельефа разного масштаба изменяется в обратном порядке. На первом же этапе наметилась основная черта рельефа нашей планеты — ее дисимметрия с разделением на океаническое и континентальное полушария. Ко второму этапу относится возникновение экваториальной дисимметрии — коренных отличий в характере развития северного — лавразийского и южного — гондванского полушарий. На третьем этапе обозначились контуры современных континентов и океанов и окончательно оформилась дисимметрия Арктики и Антарктики. Крупные элементы современного мегарельефа Земли более подчиненного значения возникли в следующей последовательности: материково-платформенные равнины (низменности и шельфовые моря — PR_3) → эпиплатформенные, рекурентные и постумные горные сооружения (PR_3 , PZ , MZ) → абиссальные равнины океанов (PZ_3 , MZ) → молодые, эпигеосинклинальные горные сооружения (KZ) → современные геосинклинали (переходные зоны от континентов к океанам) и срединно-океанические хребты (KZ и в основном $N+Q$). Иначе говоря, формирование мегарельефа в неогее шло от внутренних районов континентов к центральным частям океанов.

т. е. в последовательности, обратной по сравнению с той, которую следует предполагать для более ранних этапов развития Земли (протогея) — от океана к континенту.

Уточнение возраста океанов в результате бурения через второй, а в дальнейшем и через третий слой океанической коры позволит подтвердить, исправить, а возможно, заставить и отвергнуть эту схему. Но пока она представляется наиболее вероятной.

ЛИТЕРАТУРА

- Атлас литолого-палеогеографических карт СССР, т. I, 1968; т. II, 1969; т. III, 1968; т. IV, 1967.
- Богданов Н. А., Талассогеосинклинали Тихоокеанского кольца.— Геотектоника, № 4, 1969.
- Герасимов И. П. Три главных цикла в истории геоморфологического этапа развития Земли.— Геоморфология, № 1, 1970.
- Герасимов И. П., Мещеряков Ю. А. Геоморфологический этап в развитии Земли.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 6, 1964.
- Кинг Л. Морфология Земли, М., «Прогресс», 1969.
- Коржув С. С. Происхождение и возраст рельефа Восточной Сибири и некоторые общие вопросы геоморфологии. Автореф. докт. дис. Ин-т географ. АН СССР, 1970.
- Криволуцкий А. Е. Некоторые теоретические проблемы геоморфологии. Автореф. докт. дис., МГУ, 1970.
- Хайн В. Е. Главнейшие этапы и некоторые общие закономерности развития земной коры. Межд. геол. конгр., XXII сес. докл. сов. геологов, пробл. 4, М., «Наука», 1964.
- Хайн В. Е. О соотношении древних платформ, плит молодых платформ и так называемых областей завершенной складчатости. Бюл. МОИП. Отд. геол., т. XLV (2), 1970.
- Хайн В. Е. Место процессов океанообразования в тектонической эволюции Земли.— В кн.: История мирового океана, М., «Наука», 1971.
- Ambrrose I. W. Exhumed paleoplains of the Precambrian shield of North America.— Amer. J. Sci., v. 262, No 7, 1964.
- Dewey J. F. Evolution of Appalachian/Caledonian orogene.— Nature, v. 222, No. 5189, 1969.

Геологический факультет
МГУ

Поступила в редакцию
12.V.1971

PLANETARY RELIEF OF THE EARTH AS A REFLEXION OF THE EVOLUTION OF TECTONOSPHERE

V. E. KHAIN

Summary

It seems expedient to single out a special geomorphological stage of the Earth's development. The beginning of the geomorphological development of the Earth is associated with the beginning of Neogene (1400 mln years ago). Suggested are four stages of planetary morphogenesis: the Late Proterozoic, Paleozoic and Early Mesozoic, Late Mesozoic — Early Paleogene, and Oligocene-Quaternary (Neotectonic).